

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Kolarič, A., 2014. Geodetska dela pri izgradnji hladilnega stolpa TEŠ 6. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Kogoj, D., somentor Koler, B.): 66 str.

University  
of Ljubljana

Faculty of  
*Civil and Geodetic  
Engineering*



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Kolarič, A., 2014. Geodetska dela pri izgradnji hladilnega stolpa TEŠ 6. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kogoj, D., co-supervisor Koler, B.): 66 pp.

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*

Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si



UNIVERZITETNI ŠTUDIJ  
GEODEZIJE  
SMER GEODEZIJA

Kandidat:

**ANDREJ KOLARIČ**

**GEODETSKA DELA PRI IZGRADNJI HLADILNEGA  
STOLPA TEŠ 6**

Diplomska naloga št.: 945/G

**GEODETIC WORKS ON THE CONSTRUCTION OF  
COOLING TOWER OF TEŠ 6**

Graduation thesis No.: 945/G

**Mentor:**

izr. prof. dr. Dušan Kogoj

**Predsednik komisije:**

prof. dr. Bojan Stopar

**Somentor:**

doc. dr. Božo Koler

**Član komisije:**

izr. prof. dr. Radoš Šumrada

Ljubljana, 24. 01. 2014

## **ERRATA**

<b><u>Stran z napako</u></b>	<b><u>Vrstica z napako</u></b>	<b><u>Namesto</u></b>	<b><u>Naj bo</u></b>
------------------------------	--------------------------------	-----------------------	----------------------

Ta stran je namenoma prazna.

## **IZJAVE**

Podpisani **Andrej Kolarič** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »**Geodetska dela pri izgradnji hladilnega stolpa TEŠ 6**«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, januar 2014

Andrej Kolarič

**BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	528.3/.4:66.045.53(497.4Šoštanj)(043.2)
<b>Avtor:</b>	Andrej Kolarič
<b>Mentor:</b>	izr. prof. dr. Dušan Kogoj
<b>Somentor:</b>	doc. dr. Božo Koler
<b>Naslov:</b>	Geodetska dela pri izgradnji hladilnega stolpa TEŠ 6
<b>Tip dokumenta:</b>	diplomska naloga – univerzitetni študij
<b>Obseg in oprema:</b>	66 str., 6 preg., 37 sl., 3 graf., 3 pril., 63 en.
<b>Ključne besede:</b>	zakoličevanje, geodetska mreža, hladilni stolp, termoelektrarna, ocena natančnosti

**IZVLEČEK**

Diplomska naloga obravnava geodetska dela pri gradnji hladilnega stolpa šestega bloka termoelektrarne Šoštanj. Na kratko je predstavljena termoelektrarna in opisan postopek gradnje hladilnega stolpa. Razložena je vzpostavitev osnovne geodetske zakoličbene mreže. Podrobno so opisani postopki zakoličevanja. Navedene so zahteve in natančnost zakoličevanja ter opisani praktični primeri. Prikazana je konkretna izvedba zakoličbe na hladilnem stolpu, uporabljen instrumentarij in rezultati. Dodatno je izračunana tudi ocena natančnosti zakoličbe hladilnega stolpa.

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

<b>UDC:</b>	528.3/.4:66.045.53(497.4Šoštanj)(043.2)
<b>Author:</b>	Andrej Kolarič
<b>Supervisor:</b>	Assoc. Prof. Dušan Kogoj, Ph. D.
<b>Cosupervisor:</b>	Assist. Prof. Božo Koler, Ph. D.
<b>Title:</b>	Geodetic works on the construction of cooling tower of TEŠ 6
<b>Document type:</b>	Graduation Thesis – University studies
<b>Scope and tools:</b>	66 p., 6 tab., 37 fig., 3 graph., 3 app., 63 eq.
<b>Keywords:</b>	stakeout, surveying network, cooling tower, thermal power plant, estimate accuracy

### **ABSTRACT**

The thesis discusses with geodetic works on the construction of cooling tower of sixth block in Šoštanj thermal power plant. It presents briefly the thermal power plant and describes the process of construction of the cooling tower. The establishment of basic surveying network stakeout is explained. It is also contains a full description of the stakeout procedures. Paper states the requirements and accuracy of stakeout and describes practical examples. It shows the concrete implementation of stakeout on a cooling tower, used instrumentation and results. In addition is also calculated estimate accuracy of stakeout of cooling tower.

Ta stran je namenoma prazna.



## **ZAHVALA**

*Zahvaljujem se mentorjuizr. prof. dr. Dušanu Kogoju in somentorju doc. dr. Božu Kolerju za vso strokovno pomoč, napotke, komentarje in usmeritve pri nastajanju diplomske naloge.*

*Hvala Sašu Matijeviću za vse posredovane podatke, razlage in predstavitev geodetskih izmer ter ogled gradbišča.*

*Hvala vsem bližnjim, ki so mi študij omogočili in mi pri njem pomagali.*

**KAZALO VSEBINE**

ERRATA.....	I
IZJAVE .....	III
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM.....	IV
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT .....	V
ZAHVALA.....	VII
KAZALO VSEBINE.....	VIII
KAZALO SLIK.....	X
KAZALO PREGLEDNIC.....	XII
KAZALO GRAFIKONOV .....	XIII
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 Splošno o geodeziji pri gradnji objektov .....	2
1.2 Opis problema .....	3
<b>2 TEŠ 6.....</b>	<b>4</b>
2.1 Splošno .....	4
2.2 Hladilni stolp .....	6
<b>3 POSTOPKI GRADNJE HLADILNEGA STOLPA TEŠ 6 .....</b>	<b>10</b>
3.1 Temelji.....	10
3.2 Opaž.....	12
<b>4 METODA PROSTE IZBIRE STOJIŠČA.....</b>	<b>18</b>
4.1 Osnove proste izbire stojišča .....	18
4.2 Postopki za določitev koordinat stojišča.....	22
4.2.1 Določitev položajnih koordinat stojišča z dvema navezovalnima točkama .....	22
4.2.2 Določitev prostega stojišča s transformacijo koordinat.....	23
4.2.3 Določitev prostega stojišča z izravnavo .....	24
4.2.3.1 Helmertova transformacija .....	24
4.2.3.2 Določitev položajnih koordinat stojišča s strogo posredno izravnavo .....	27
4.3 Natančnost metode proste izbire stojišča.....	27
<b>5 POLARNA ZAKOLIČBA DETAJLNIH TOČK.....</b>	<b>31</b>
5.1 Princip polarne metode zakoličbe.....	31
5.2 Natančnost polarne metode zakoličevanja.....	33
<b>6 ZAKOLIČBA HLADILNEGA STOLPA TEŠ 6.....</b>	<b>36</b>
6.1 Vrste zahtev .....	36
6.2 Zagotovitev geometrijske osnove – geodetska mreža .....	36

6.2.1	Projekt geodetske mreže.....	36
6.2.1.1	Oblika položajne geodetske mreže.....	37
6.2.1.2	Stabilizacija točk .....	39
6.2.2	Izmera geodetske mreže .....	39
6.2.2.1	Instrumentarij in metoda izmere.....	39
6.2.2.2	Izvedba meritev .....	40
6.2.3	Izračun koordinat točk geodetske mreže .....	41
6.3	Izvedba zakoličbe .....	44
6.3.1	Dovoljena odstopanja.....	44
6.3.2	Izbira instrumentarija in pribora.....	46
6.3.3	Izvedba zakoličbe gradbene jame in temeljev.....	47
6.3.4	Izvedba zakoličbe nosilnih stebrov in lupine hladilnega stolpa .....	49
6.3.5	Ocena natančnosti zakoličevanja .....	55
6.3.6	Rezultati .....	61
<b>7</b>	<b>ZAKLJUČEK.....</b>	<b>62</b>
	VIRI.....	63
	SEZNAM PRILOG .....	65

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Prikaz umestitve šestega bloka TEŠ (Termoelektrarna Šoštanj, 2013).....	2
Slika 2: Začetek gradnje TEŠ (Termoelektrarna Šoštanj, 2012) .....	5
Slika 3: TEŠ leta 1957 (Termoelektrarna Šoštanj, 2012).....	6
Slika 4: Hladilni stolp po končani gradnji lupine (Rudis d.o.o., 2012) .....	7
Slika 5: Hladilni stolp - osnovne dimenzije.....	9
Slika 6: Betoniranje temeljev (Rudis d.o.o., 2011).....	10
Slika 7: Razmestitev pilotov .....	11
Slika 8: Prečni prerez temelja .....	12
Slika 9: Stebri - nosilci lupine hladilnega stolpa (Rudis d.o.o., 2011) .....	13
Slika 10: Zgradba sistema opaža (Doka, 2011).....	14
Slika 11: Opaž hladilnega stolpa (Rudis d.o.o., 2012) .....	15
Slika 12: Plezalni koraki delovnih okvirjev opaža (Doka, 2011).....	16
Slika 13: Prizma na merski letvi opaža (Rudis d.o.o., 2011).....	17
Slika 14: Kineta na zadnjem obroču hladilnega stolpa.....	17
Slika 15: Geodetska mreža okrog gradbišča z izhodiščnimi točkami (Möser in sod., 2000).....	19
Slika 16: Izbira prostega stojišča in točke na objektih (Möser in sod., 2000).....	20
Slika 17: Določanje koordinat prostega stojišča PS s pomočjo dveh navezovalnih točk (Möser in sod., 2000) .....	21
Slika 18: Helmertova transformacija (Möser in sod., 2000) .....	25
Slika 19: Natančnost Helmertove transformacije in položaj novih točk (Möser in sod., 2000).....	30
Slika 20: Polarna metoda zakoličbe iz osnovne geodetske mreže.....	31
Slika 21: Polarna metoda zakoličbe s prostega stojišča.....	32
Slika 22: Grafična predstavitev natančnosti pri polarnem zakoličevanju (Möser in sod., 2000) .....	35
Slika 23: Položajna geodetska točka S1 in reper RS1 (Rudis d.o.o., 2011) .....	37
Slika 24: Skica geodetske mreže hladilnega stolpa TEŠ 6 .....	38
Slika 25: Betonski steber H7 (Rudis d.o.o., 2011) .....	39
Slika 26: Standardne elipse pogreškov za prvi del mreže .....	43
Slika 27: Standardne elipse pogreškov za drugi del mreže .....	43
Slika 28: Zaslon instrumenta Leica TCRA 1201+ med zakoličevanjem (Rudis d.o.o., 2012).....	47
Slika 29: Zakoličba za izkop gradbene jame (Rudis d.o.o., 2011) .....	47
Slika 30: Načrt položajev pilotov .....	48
Slika 31: Postavitev stroja za izkop temelja nad zakoličeno točko (Rudis d.o.o., 2011) .....	49
Slika 32: Načrt položajev stebrov.....	50
Slika 33: Mini prizme (Rudis d.o.o., 2011).....	51

Slika 34: Shematski prikaz izmere v centru – tloris (Doka, 2011).....	52
Slika 35: Opažni element z mersko letvijo (Doka, 2011) .....	53
Slika 36: Shematski prikaz izmere v centru – naris (Doka, 2011) .....	53
Slika 37: Hladilni stolp od znotraj (Rudis d.o.o., 2012).....	55

---

**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Dosedanji bloki TEŠ.....	4
Preglednica 2: Izravnane koordinate in višine stebrov hladilnega stolpa TEŠ 6.....	41
Preglednica 3: Elementi standardnih elips pogreškov .....	42
Preglednica 4: Podatki za izračun ocene natančnosti .....	56
Preglednica 5: Natančnost zakoličevanja višin.....	57
Preglednica 6: Položajna ocena natančnosti .....	59

## **KAZALO GRAFIKONOV**

Graf 1: Ocena natančnosti zakoličevanja višin .....	57
Graf 2: Ocena natančnosti v vzdolžni in prečni smeri .....	60
Graf 3: Ocena položajne natančnosti .....	60

Ta stran je namenoma prazna.



## 1 UVOD

Električna energija ima v svetu zelo velik pomen, potrebe po njej pa še vedno naraščajo. Eden od načinov pridobivanja električne energije so termoelektrarne, ki pridobivajo električno energijo na podlagi sežiganja fosilnih goriv, vendar pri tem nastajajo tudi škodljivi vplivi na okolje. Zaradi vedno večjega prizadevanja za čistejše okolje je potrebno izboljšati postopke pridobivanja električne energije in obnoviti tehnološko zastarelo infrastrukturo. To je povezano z gradnjo novih objektov, ki so sposobni dosegati boljše rezultate zaradi večjega izkoristka. Pri tem gre za velike, zahtevne gradnje, ki potrebujejo natančne geodetske meritve in izkušene geodete.

V diplomski nalogi bom navedel in opisal geodetska dela, ki so potrebna za takšne gradnje. Osredotočil se bom na gradnjo novega hladilnega stolpa v Termoelektrarni Šoštanj.

Termoelektrarna Šoštanj d.o.o. (TEŠ), podjetje za proizvodnjo električne energije, je v lasti družbe Holding Slovenske elektrarne d.o.o. (HSE), največjega slovenskega podjetja na področju proizvodnje in prodaje električne energije. Termoelektrarna izvaja program posodobitve, katerega cilj je zagotavljanje potreb po električni energiji Slovenije v prihodnosti v skladu z okoljskimi standardi Evropske unije.



Slika 1: Prikaz umestitve šestega bloka TEŠ (Termoelektrarna Šoštanj, 2013)

Proces posodobitve je osredotočen na zamenjavo obstoječih parnih enot z nizkim izkoristkom z novim blokom 6, ki bo zgrajen znotraj obstoječe elektrarne (Posodobitev in obnova Termoelektrarne Šoštanj, 2009).

### 1.1 Splošno o geodeziji pri gradnji objektov

Geodetska dela pri gradnji objektov lahko v splošnem razdelimo na dela pred, med in po izgradnji objekta. Geodet je na območju gradbišča prisoten že veliko prej, preden se gradnja sploh začne. Ureditev zemljiških razmerij v skladu s prostorskimi plani so osnova za vsak poseg v prostor. V smislu gradnje pa je geodet eden od prvih, ki je prisoten na gradbišču in tudi med zadnjimi, ki opravijo svoje delo na gradbišču.

Med geodetska dela pred gradnjo objekta spadajo:

- projektiranje in realizacija položajne in višinske geodetske mreže za potrebe izvajanja geodetskih del v vseh fazah izgradnje objekta,
- izdelava topografskega načrta v ustreznem merilu,

- katastrska izmera,
- izdelava Elaborata za zakoličevanje detajlnih točk in Načrta geodetskih del pri izgradnji objekta in
- zakoličevanje detajlnih točk objektov in gospodarske javne infrastrukture (GJI).

Med gradnjo objektov izvajamo zakoličevanje posameznih delov objekta, kontrolne meritve, katerih osnovni namen je ugotovitev skladnosti izvedenih del s projektno dokumentacijo in snemanje komunalnih vodov za potrebe izdelave katastra komunalnih naprav in vodov.

Po izgradnji objektov izvajamo predvsem sledeča geodetska dela:

- geodetske posnetke za izdelavo načrta izvedenih del in za potrebe reambulacije topografskih načrtov, ki so v pristojnosti države oziroma geodetske službe,
- izdelava Geodetskega elaborata po izgradnji objektov, v katerem so zbrani vsi podatki o stabilizirani geodetski mreži, podatki o izmeri in izravnavi geodetske mreže,
- dopolnitev katastrskega elaborata, če se je spremenil obseg gradnje in je bilo potrebno pridobiti dodatna zemljišča za potrebe gradnje objektov in
- kontrolne meritve, katerih namen je:
  - ugotoviti skladnost zgrajenega objekta s projektno dokumentacijo,
  - preveriti kakovost izvajanja posameznih del na objektu,
  - določiti premike objekta v prostoru in deformacije, ki se lahko pojavijo na posameznih objektih.

Katere posamezne faze geodetskih del pri izgradnji objektov izvajamo in v kolikšni meri, je odvisno predvsem od velikosti in pomembnosti objekta (Breznikar in Koler, 2009).

## 1.2 Opis problema

Diplomska naloga opisuje geodetska dela v zvezi z gradnjo hladilnega stolpa šestega bloka Termoelektrarne Šoštanj (TEŠ 6). Pri tako obsežnih in zahtevnih gradnjah ima geodezija zelo velik pomen. V nadaljevanju diplomske naloge so obravnavana dela pri vzpostavitvi osnovne geodetske mreže, opisana je stabilizacija geodetskih točk, izmera in izračun mreže. Za začetek gradnje je potrebna zakoličba temeljev hladilnega stolpa, v nadaljevanju gradnje pa predvsem zakoličevanje lupine hladilnega stolpa in kontrola kvalitete gradnje. Po izgradnji pa sledi geodetsko opazovanje objekta, kjer se ugotavljajo premiki in deformacije.

## 2 TEŠ 6

### 2.1 Splošno

Termoelektrarna Šoštanj je družba z omejeno odgovornostjo, v kateri je edini družbenik Holding Slovenske elektrarne. Je industrijsko energetska podjetje, katerega razvojni program je usmerjen v zagotavljanje potreb po energiji Slovenije v prihodnosti, v skladu z okoljskimi standardi Evropske unije. Pretežna dejavnost je proizvodnja elektrike in toplote za daljinsko ogrevanje.

Z instalirano močjo 779 MW proizvedejo povprečno tretjino energije v državi, v kriznih obdobjih pa pokrivajo preko polovico porabe. Povprečna letna proizvodnja električne energije se giblje med 3500 in 3800 GWh. Povprečna letna proizvodnja toplotne energije, za daljinsko ogrevanje Šaleške doline, znaša 400 - 450 GWh. Za omenjeno letno proizvodnjo električne in toplotne energije porabimo med 3.5 in 4.2 milijona ton premoga in okoli 60 milijonov  $\text{Sm}^3$ <sup>1</sup> zemeljskega plina.

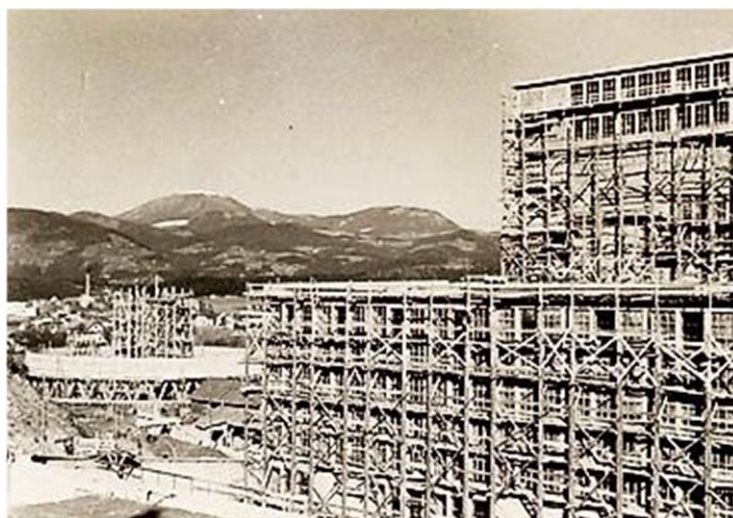
**Preglednica 1: Dosedanji bloki TEŠ**

<b>Blok</b>	<b>Nazivna moč generatorja</b>
<b>Blok 1</b>	30 MW (Trajno zaustavljen 31. marca 2010)
<b>Blok 2</b>	30 MW (Trajno zaustavljen leta 2008)
<b>Blok 3</b>	75 MW
<b>Blok 4</b>	275 MW
<b>Blok 5</b>	345 MW
<b>Plinske enote</b>	2 x 42 MW

Odločitev o gradnji Termoelektrarne Šoštanj je bila sprejeta leta 1946. Pogojevale so jo velike potrebe po električni energiji ter velika nahajališča premoga v Šaleški dolini.

Z gradnjo so pričeli leta 1947 in jo zaradi določenih zapletov nadaljevali pet let kasneje. Leta 1956 so končali gradnjo dveh blokov, vsakega z močjo 30 MW. Leta 1960 je bil zgrajen blok 3 z močjo 75 MW, leta 1973 pa je pričel proizvajati električno energijo blok 4 z močjo 275 MW.

<sup>1</sup>  $\text{Sm}^3$  – Standardni kubični meter (T = 15°C, P = 1,01325 barA – absolutni tlak)



**Slika 2: Začetek gradnje TEŠ (Termoelektrarna Šoštanj, 2012)**

Ker se je energetski položaj Slovenije hitro slabšal in je premog postajal vse pomembnejši energetski vir, je bil že leta 1973 izveden razpis za gradnjo naslednjega bloka z močjo 345 MW. Na njem so sodelovala vsa pomembnejša svetovna podjetja za proizvodnjo termo energetskih blokov. Temeljni kamen je bil položen 1. februarja 1975, takoj zatem pa so se začela gradbena dela. Montaža opreme je bila na višku leta 1976, končana pa naslednje leto, ko so bili opravljeni vsi potrebni preizkusi za obratovanje. Prva sinhronizacija bloka je bila 25. septembra 1977, 27. januarja 1978 pa je pričel blok redno obratovati.

Skupna instalirana moč TEŠ je takrat narasla na 755 MW in je predstavljala največji elektroenergetski objekt v Sloveniji. Skladno z izgradnjo je bila vgrajena tudi najmodernejša oprema v Evropi.

Leta 2008 so dodali še dve plinski enoti s skupno močjo 84 MW in trajno zaustavili blok 2. Leta 2010 so trajno zaustavili še blok 1.



Slika 3: TEŠ leta 1957 (Termoelektrarna Šoštanj, 2012)

Poglavitni projekt TEŠ 6 je zamenjava obstoječih, slabo učinkovitih enot, z novimi naj sodobnejšimi obrati sežiganja lignitnega rjavega premoga. Po sprejetem strateškem razvojnem načrtu TEŠ, junija 2004, bo blok 6 s 600 MW postopoma nadomestil tehnološko zastarele in ekonomsko nerentabilne bloke 1, 2, 3, 4 in 5. Gre za nacionalno pomemben projekt, ki je uvrščen v Resolucijo nacionalnega energetskega programa in v Resolucijo o nacionalnih in razvojnih projektih za obdobje 2007 – 2023, ki ga je vlada sprejela 12. oktobra 2006, novelirala pa v letu 2008. Spomladi 2009 pa je bil uvrščen tudi v Zeleno knjigo. Blok 6 bo za enako količino proizvedene energije porabil približno za 30 odstotkov manj premoga, zato bodo tudi skupne emisije v okolje bistveno nižje. Blok 6 bo pri enaki količini proizvedene energije emitiral v okolje za 35 odstotkov manj CO<sub>2</sub> kot trenutni bloki Termoelektrarne Šoštanj. Z izgradnjo šestega bloka TEŠ bodo zmanjšali stopnjo onesnaženosti okolja, izboljšali kakovost in energetske učinkovitost ter omogočili elektrarni doseganje skladnosti z mednarodnimi standardi najboljših razpoložljivih tehnologij (BAT<sup>2</sup>) (Termoelektrarna Šoštanj, 2012).

## 2.2 Hladilni stolp

Glavna naloga termoelektrarne je pretvoriti energijo surovega goriva v uporabno električno energijo, ki bo na voljo za industrijske, poslovne in energetske namene. Delovanje termoelektrarne se lahko na kratko povzame v dveh korakih:

### I. Pretvarjanje energije goriva v toploto

Rjavi premog, zmlet v fini prah, se skupaj z delom zraka za zgorevanje vpahuje v kurišče parnega generatorja (parnega kotla) skozi serije gorilnikov; dodatno se vpahuje sekundarni zrak za

<sup>2</sup> BAT – Best available technology oz. najboljša razpoložljiva tehnologija

zgorevanje, vedno več pa je v uporabi t.i. “stopenjsko zgorevanje” z vpihavanjem zgorevalnega zraka v več nivojih tudi z namenom zmanjšanja emisij NOx. Gorivo se porabi za pridobivanje toplote. Toplota se najprej prenese na vodo za proizvodnjo pare; višja kot je temperatura v kurišču, hitrejša je proizvodnja pare. Za doseganje maksimalnega izkoristka procesa, se nasičena para potem pregreva do višjih temperatur.

## II. Pretvarjanje toplote v električno energijo

Pregreta para se vodi v parno turbino, kjer ekspandira. Parna turbina je rotacijski stroj, ki pretvarja toplotno energijo pare v mehansko delo, ki ga izkorišča generator za proizvodnjo električne energije.



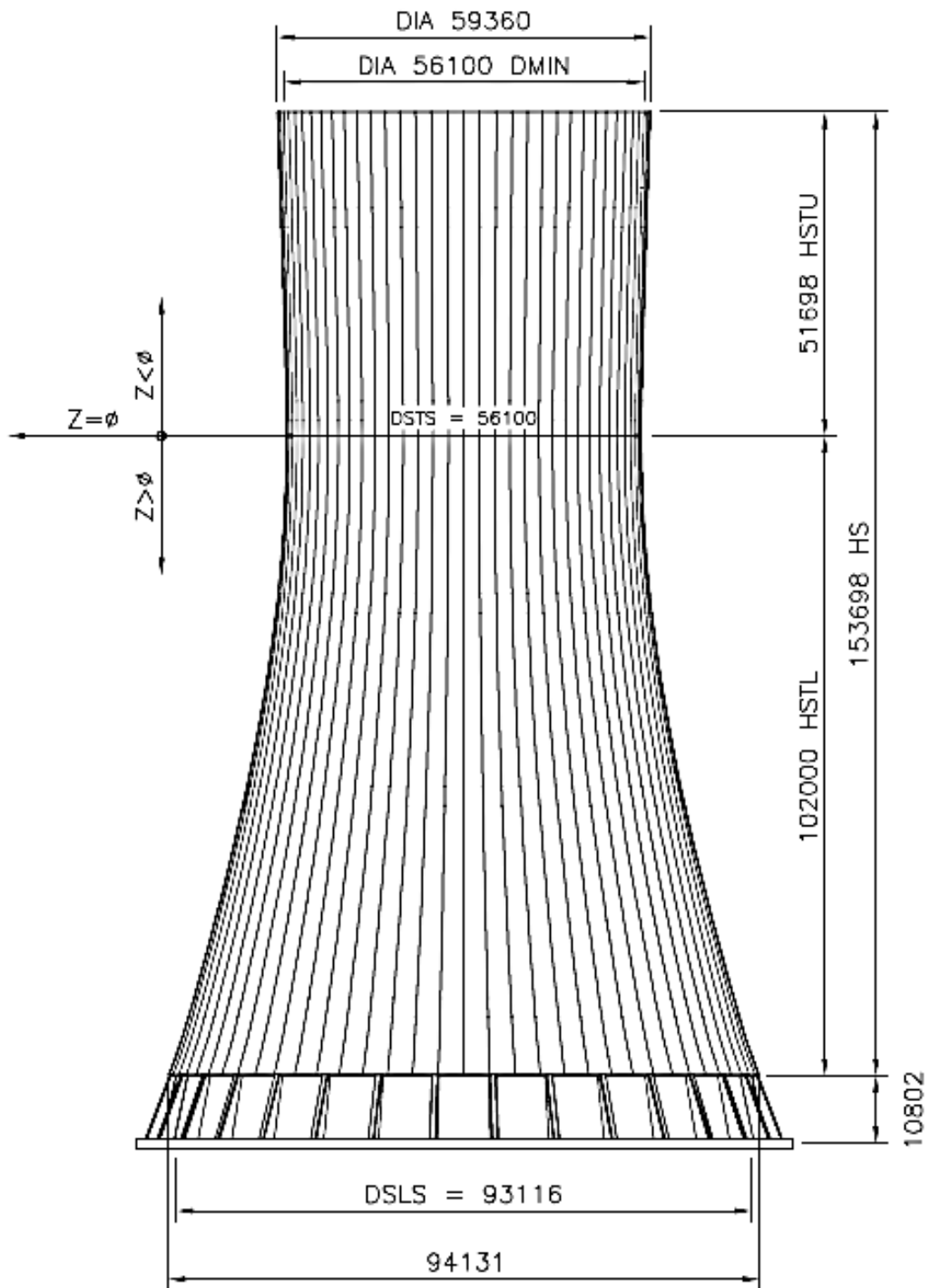
Slika 4: Hladilni stolp po končani gradnji lupine (Rudis d.o.o., 2012)

Delno ekspandirana para se uvaja v generator pare in se spet pregreva z namenom povečanja izkoristka procesa. Para potem ekspandira v turbini, hkrati pa se povečuje moč na gredi generatorja kar rezultira kot električna moč. Znotraj kondenzacijske parne turbine para ekspandira do tlaka, ki je nižji od atmosferskega in se nato kondenzira, segrevajoč hladilno vodo v kondenzatorju. Voda se

uporablja za odvajanje toplote in kondenzacijo pare iz parne turbine preden se jo pošlje nazaj v parni kotel. V hladilnem stolpu se odvaja toplota iz hladilne vode. Hladilna voda v zaprtem krogu nenehno prehaja skozi kondenzator parne turbine in se vrača v hladilni stolp. Blok 6 bo namesto običajnega dimnika uporabil hladilni stolp tudi za odvod očiščenih dimnih plinov (Posodobitev in obnova Termoelektrarne Šoštanj, 2009).

Zaključna gradbena dela lupine hladilnega stolpa za nadomestni blok 6 so bila končana 15. 5. 2012. Hladilni stolp bloka 6 je visok 164 m in je najvišji tovrstni energetski objekt v Sloveniji. Značilnost tega hladilnega stolpa je združena funkcija odvoda toplote in očiščenih dimnih plinov iz čistilne naprave, zaradi česar ni potrebna postavitve dimnika. Tehnični naziv za tovrstni hladilni objekt je mokri tip hladilnega stolpa na naravni vlek. Konstrukcijo sestavljajo temeljni armirano betonski prstan na armirano betonskih pilotih premera 1.18 m, 32 radialno postavljenih 10 m visokih armirano betonskih stebrov ter venci in armirano betonska stena plašča. Premer temeljnega prstana je 100 m, višina stolpa nad prstanom pa 164 m. Najtanjši del lupine meri 18 cm. Večji del lupine je bila zabetonirana med novembrom 2011 in marcem 2012. Sestavljajo jo 104 prstani višine 1.5 m. Dela na hladilnem sistemu se nadaljujejo. Sledi izvedba kislinsko odporne prevleke betonske lupine notranjega plašča in dela zgornjega zunanjega plašča. Izvajajo se že tudi gradbena dela za armirano betonsko konstrukcijo podstavka cevovoda za odvod dimnih plinov, dvižnega jaška za odvod tople vode iz pršišča ter dobava in montaža hladilne opreme (Holding Slovenske elektrarne, 2012). Na zunanji strani lupine so predvidena vetrna rebra za zagotavljanje ustrezne hrapavosti površine, zaradi enakomerne distribucije pritiska vetra po obodu (Dejan Baš, 2010).





Slika 5: Hladilni stolp - osnovne dimenzije

### 3 POSTOPKI GRADNJE HLADILNEGA STOLPA TEŠ 6

#### 3.1 Temelji

Temeljenje hladilnega stolpa šestega bloka TEŠ je bilo v osnovi načrtovano z uporabo standardnega postopka temeljenja hladilnih stolpov, še predno so se opravile predhodne terenske raziskave lokacije objekta. Standardni postopek je izhajal iz že uveljavljene in učinkovite prakse izvajanja hladilnih stolpov v Nemčiji. Tako načrtovani postopek temeljenja je predvideval rešitev temeljenja z izvedbo temeljnega obroča. Načrtovani standardni postopek temeljenja se uvršča glede na globino temeljnih tal pod plitvo temeljenje.

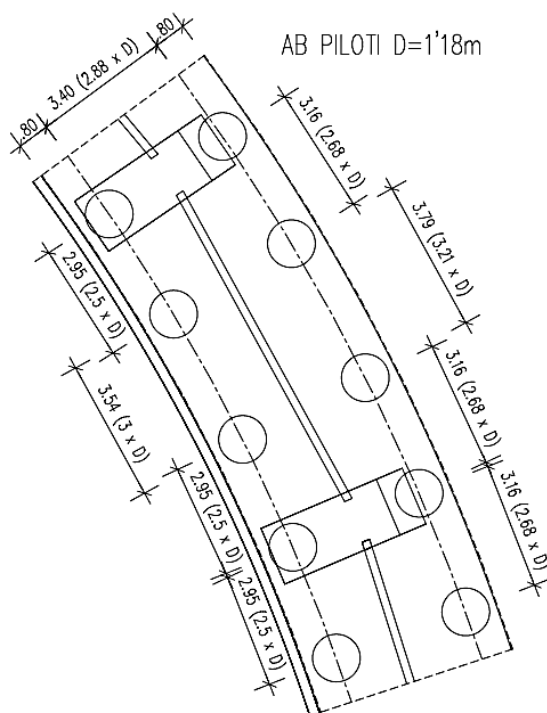


Slika 6: Betoniranje temeljev (Rudis d.o.o., 2011)

Zgoraj omenjen način temeljenja bi lahko uporabili le takrat, kadar objekt stoji na dovolj nosilni podlagi (npr. gradnja na ravninskem terenu s precej homogenimi temeljnimi tlemi). Območje predvidenega hladilnega stolpa pa se nahaja na zelo heterogenih temeljnih tleh. Zato je bilo potrebno uporabiti globok način temeljenja.

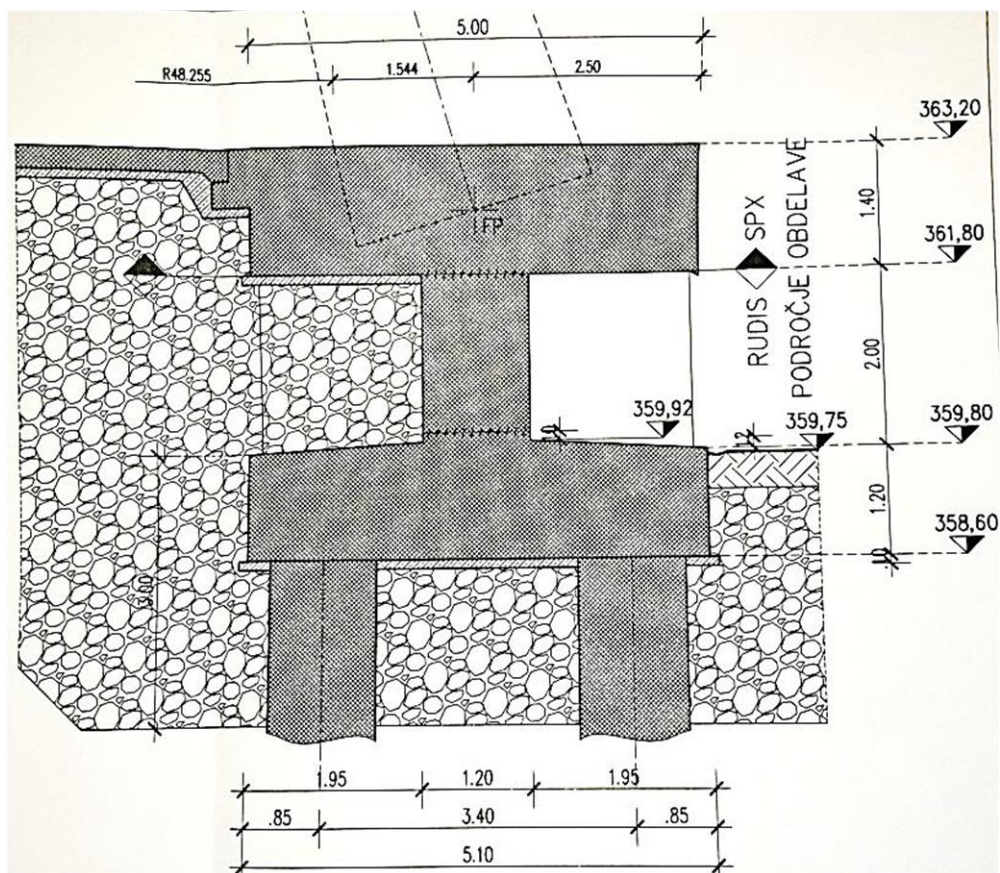
Temeljenje hladilnega stolpa je bilo zato načrtovano na uvrtnih pilotih velikega premera, in sicer za  $D = 1.18$  m. Pod vsakim stebrom hladilnega stolpa je postavljenih šest pilotov na medsebojnem razmiku v smeri temeljnega obroča  $2.5 D$  (2.95 m), prečno nanj pa  $3.0 D$  (3.54 m). Piloti so

razporejeni v dveh paralelnih krožnih oseh, ki so med seboj povezani s temeljnim obročem dimenzije 5.0/1.4 m.



Slika 7: Razmestitev pilotov

Dolžina pilotov na območju temeljenja v hribini (tufu) znaša 6.0 m ter 18.0 m na območju, kjer se izvaja temeljenje v lapornati glini. Na območju, kjer je nivo terena nižji od spodnjega nivoja območja, se je izvedla podporna rebrasta konstrukcija s pilotno blazino. Konstrukcija je obrnjenega »T« prereza. Upoštevana je kot sestavni del temeljenja, saj ima funkcijo pilotne grede, ki neposredno podpira temeljni obroč hladilnega stolpa.



Slika 8: Prečni prerez temelja

Maksimalni dovoljeni absolutni posedek temeljnega obroča je omejen na 3.0 cm, relativni posedek pa za tretjino temeljnega obroča na 1.0 cm.

Poleg pilotov pod temeljnim obročem so bili dodatno narejeni še piloti pod temeljnimi gredami, piloti pod temeljem dvižnega jaška in piloti pod iztočnim/vtočnim jaškom.

Predenj se je postavil stroj na lokacijo posameznega pilota, je bilo potrebno izvesti zakoličbo pilota. Na projektiran položaj se je postavil količek, na katerem se je označil točen položaj. Za količke se je postavilo še zavarovanje s pomočjo dveh količkov, ki sta bila na dveh pravokotnih smereh, na primerni oddaljenosti od centra pilota.

### 3.2 Opaž

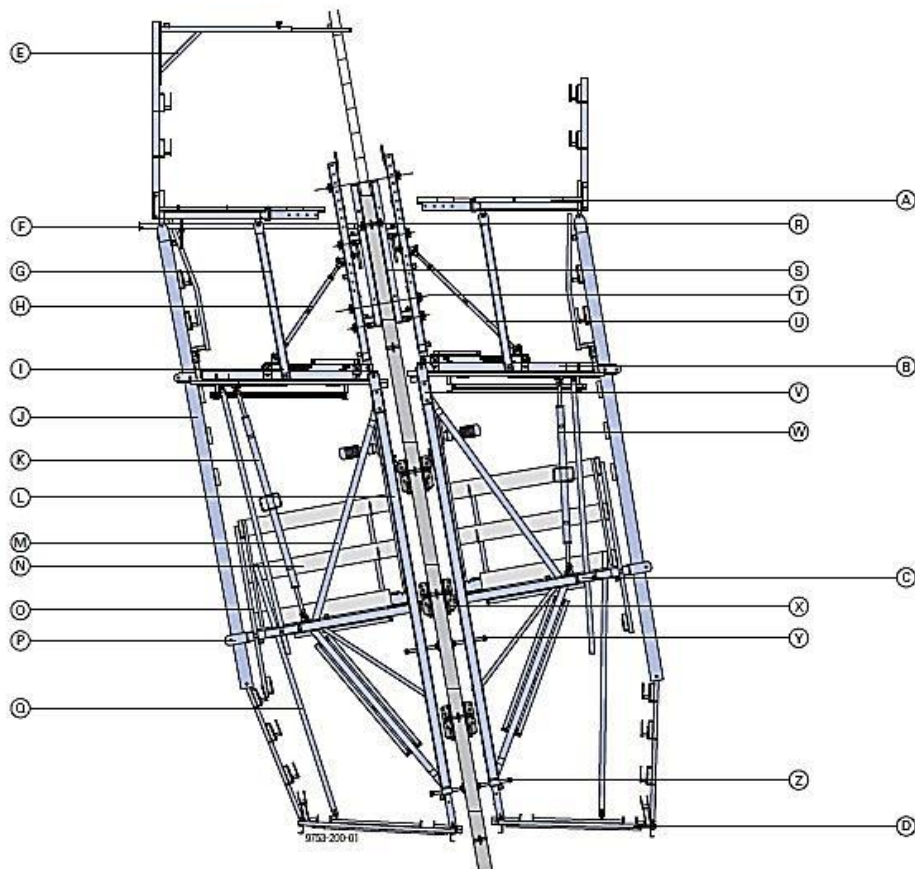
Na temelje je radialno postavljenih 32 stebrov, ki so nosilci lupine hladilnega stolpa. Stebri so pravokotnega prereza. Opaž za stebre in za prvi obroč lupine je bil sestavljen na posebni konstrukciji

iz tal. Od drugega obroča naprej je bil v uporabi samoplezajoči oz. samodvižni opaž (angl. self climbing formwork, nem. Selbstkletterschalung), ki ga opisujem v nadaljevanju.



**Slika 9: Stebri - nosilci lupine hladilnega stolpa (Rudis d.o.o., 2011)**

Opaž hladilnega stolpa z oznako SK175, ki ga je izdelalo podjetje Doka d. d., je v celoti mehaniziran, samoplezajoč velikostenski opaž. Omogoča hitro opaženje za betoniranje odsekov višine 1.50 m. Sestavljen je iz delovnega ogrodja, ki je obešen na spodnje obešalno mesto in vodilnega ogrodja, obešenega na zgornje obešalno mesto. Delovna ogrodja postopoma plezajo navzgor po odsekih 30 cm. Po končnem položaju po plezanju delovnih okvirjev sta delovno in vodilno ogrodje obešena na isto obešalno mesto. Plezanje opaža je sestavljeno iz več faz: razopaženje, pomik navzgor, armiranje in betoniranje.



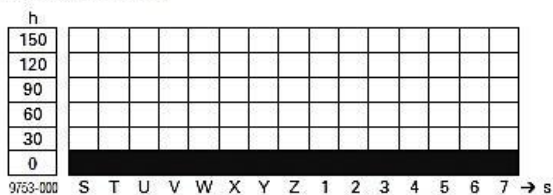
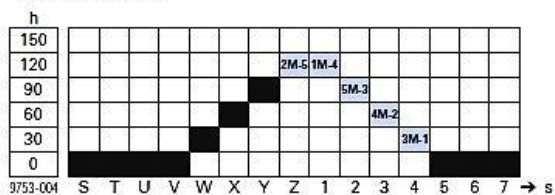
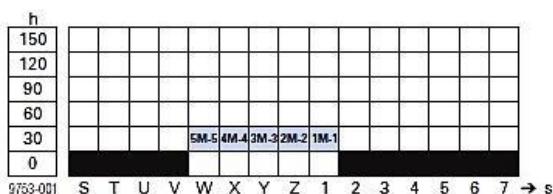
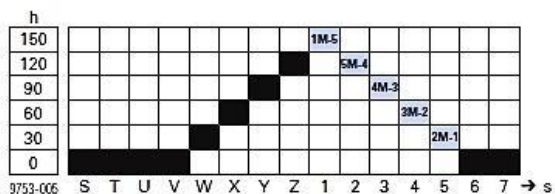
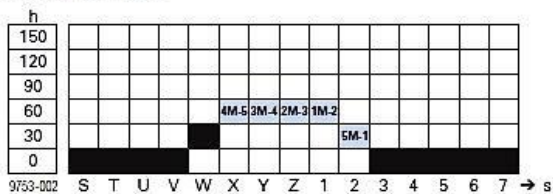
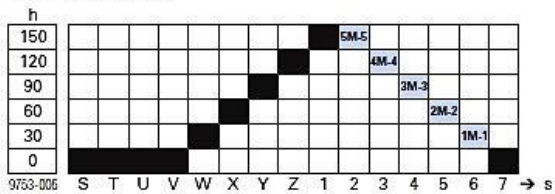
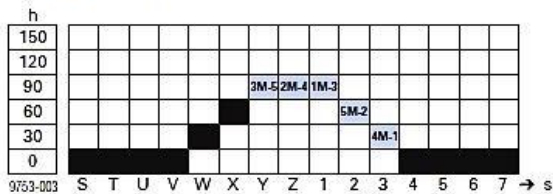
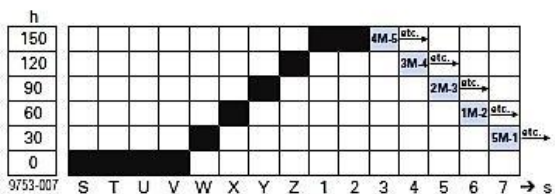
Slika 10: Zgradba sistema opaža (Doka, 2011)

A	delovni oder	N	stranska ograja
B	opažni oder	O	ograjna vmesnega odra
C	vmesni oder	P	priključek vzporednega nosilca
D	spodnji oder	Q	lestev
E	držalo armature	R	mesto za pozicioniranje konusa
F	merska letev	S	opaž
G	vzporedni profil	T	opažno sidro
H	regulacijski vijak notranji	U	regulacijski vijak zunanji
I	voziček	V	plošča za dvigovanje
J	vzporedni nosilec	W	tlačno vreteno zunanje
K	tlačno vreteno notranje	X	obešalno mesto
L	vodilno ogrodje	Y	vijak (vodilno ogrodje)
M	delovno ogrodje	Z	vijak (delovno ogrodje)



**Slika 11: Opaž hladilnega stolpa (Rudis d.o.o., 2012)**

Na zunanji strani lupine je bilo nameščenih 47 plezajočih enot in tudi toliko na notranji strani lupine (DOKA, 2013). Da ostanejo odri v vseh delovnih fazah v celoti povezani, je treba upoštevati vrstni red plezalnih korakov. Največja nivojska razlika med dvema sosednjima enotama odrov znaša 30 cm. To nivojsko razliko izravnajo teleskopski odri. Ko se vse enote povzpnejo za 1.5 m navzgor, se nastavijo opaži in sledi betoniranje.

**Začetni položaj****Plezalni korak 4****Plezalni korak 1****Plezalni korak 5****Plezalni korak 2****Plezalni korak 6****Plezalni korak 3****Plezalni korak 7**

Slika 12: Plezalni koraki delovnih okvirjev opaža (Doka, 2011)

h plezalna višina delovnega ogrodja [cm]

s samoplezajoči opaž št.

5M-1 motor št. 5 – 1. korak

1M-4 motor št. 1 – 4. korak

■ brez plezanja

Opaž je pritrjen z vijaki na že betonirani del lupine hladilnega stolpa. Dodan je poseben čvelj za obešanje, ki je montiran na pripravljeno sidrno mesto in nudi opažu varno obešalno mesto.

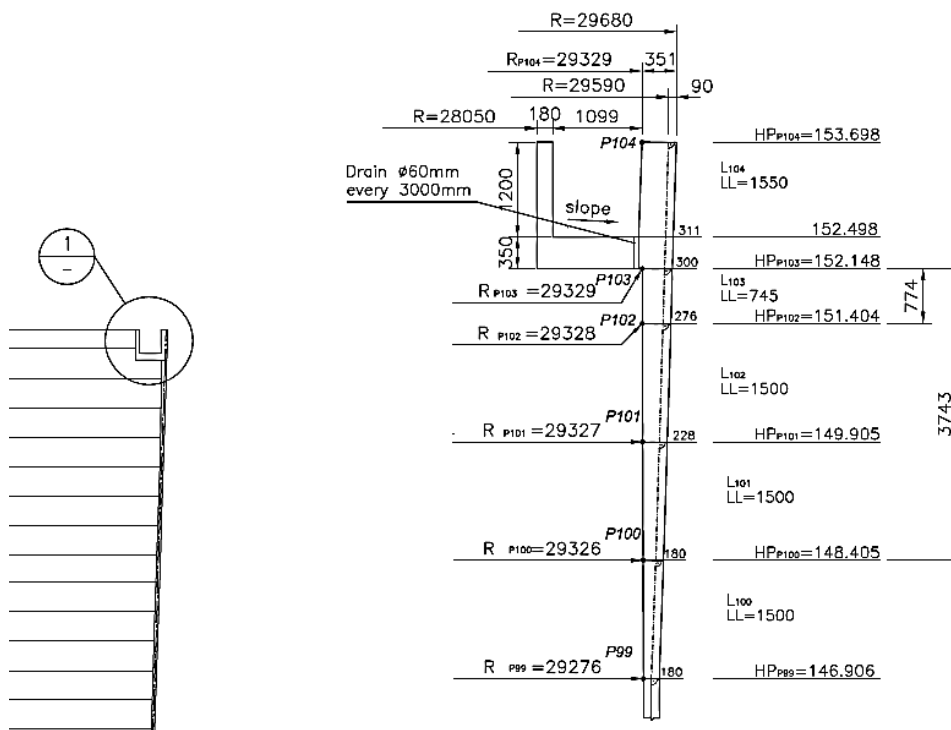
Naravnavanje opaža se izvaja z elektronskim tahimetrom. Vsak del opaža ima svojo mersko letev, ki je z vijaki privita na opaž. Na merski letvi je nameščena prizma (slika 13), na osnovi katere se z geodetskim instrumentom postavi delovno ogrodje opaža na projektirano mesto.





Slika 13: Prizma na merski letvi opaža (Rudis d.o.o., 2011)

Betoniranje je tako potekalo po odsekih 1.5 m. Celotni hladilni stolp je sestavljen iz 104 obročev. Na zadnjem obroču je narejena posebna kineta na notranjo stran obroča. Opaž je bil po izgradnji zadnjega obroča odstranjen z žerjavom.



Slika 14: Kineta na zadnjem obroču hladilnega stolpa

## 4 METODA PROSTE IZBIRE STOJIŠČA

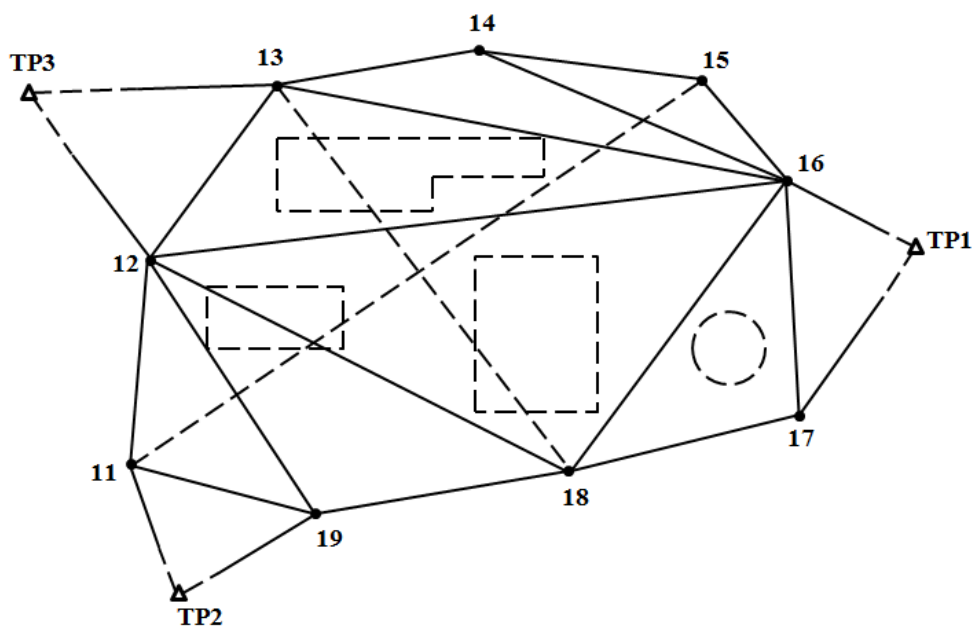
Za zakoličbo točk, linij in površin potrebujemo geodetski referenčni sistem, ki ga sestavljajo koordinate danih točk. Z znanimi osnovnimi metodami določitve točke (zunANJI urez, notranji urez, ločni presek, polarna metoda in poligonski vlak) ali s kompleksno geodetsko mrežo lahko vzpostavimo in zgostimo območje danih točk.

Algoritmi za te metode so splošno znani. V nadaljevanju bo razložena metoda proste izbire stojišča, kot običajno uporabljena metoda določitve položaja stojiščne točke za nadaljnjo polarno izmero in zakoličbo (Möser in sod., 2000). Metoda je bila uporabljena pri zakoličbi opažev hladilnega stolpa.

### 4.1 Osnove proste izbire stojišča

Položajne koordinate prosto izbrane stojiščne točke določimo na osnovi merjenja smeri in/ali dolžin do točk z znanimi koordinatami. Metoda prostega stojišča je svoje ime dobila po načinu izbire mesta točke, na katero bomo centriral instrument in izvajali nadaljnje meritve. Mesto izberemo tako, da bo zagotovljenih dovolj veliko število povezav na dane točke in istočasno tako, da bo zagotovilo najboljše pogoje pri merjenju in zakoličbi. Metoda prostega stojišča je na nek način notranji urez, pri katerem za izračun koordinat stojiščne točke poleg izmerjenih horizontalnih smeri uporabimo tudi izmerjene dolžine.

Najprej izračunamo relativni položaj stojiščne točke glede na dane točke v lokalnem koordinatnem sistemu. Če imamo več meritev, kot je nujno potrebnih, lahko s pomočjo znanih koordinat danih točk izračunamo transformacijske parametre, iz katerih dobimo iskane koordinate novih točk.



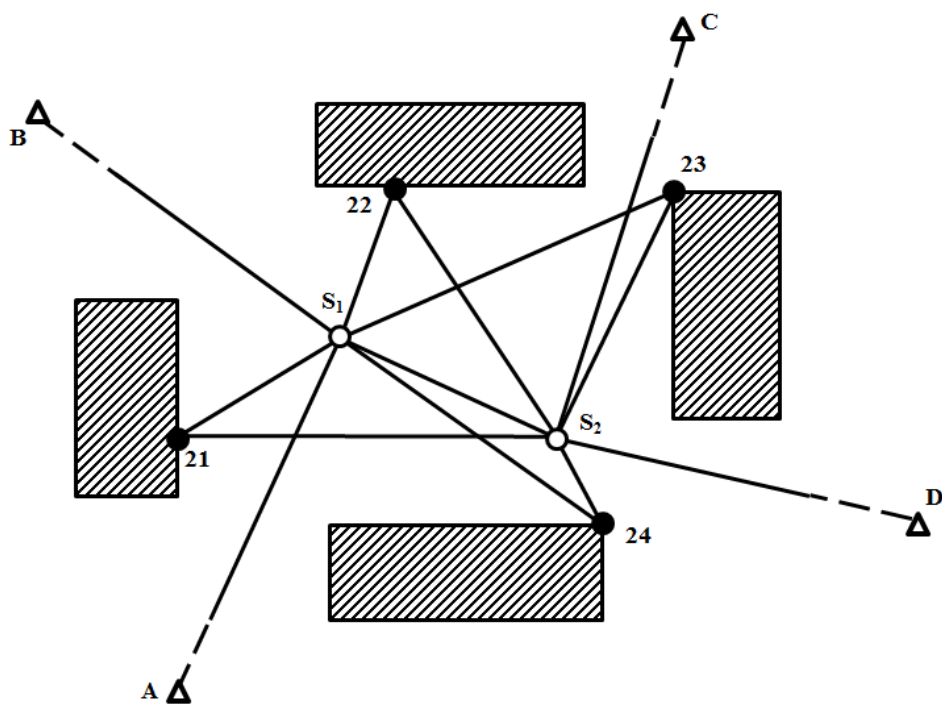
Slika 15: Geodetska mreža okrog gradbišča z izhodiščnimi točkami (Möser in sod., 2000)

Osnovo predstavlja geodetska mreža gradbišča, kot prikazuje primer na sliki 15. Te točke so izhodišče za določitev stojiščne točke.

V odvisnosti od razporeditve točk mreže je potrebno izbrati najbolj primerno metodo izmere stojiščne točke. Iščemo optimalno rešitev. Primerne metode so (Möser in sod., 2000):

- enkratni ali večkratni ločni presek,
- kombinirani notranji urez - kot in dve dolžini,
- polarni priklop z orientacijo do končne točke,
- večkratni zunanji urez,
- večkratni notranji urez.

V praksi se izkaže za ugodno, da v določitev koordinat vključimo tudi vogalne točke že zgrajenih stavb ali druge visoke točke na bližnjih objektih. Na ta način lahko z minimalnimi stroški zagotovimo dodatne povezave (Möser in sod., 2000). Točke na objektih, ki jih enostavno trajno signaliziramo lahko pri kasnejših izmerah nadomestijo točke geodetske mreže.



Slika 16: Izbira prostega stojišča in točke na objektih (Möser in sod., 2000)

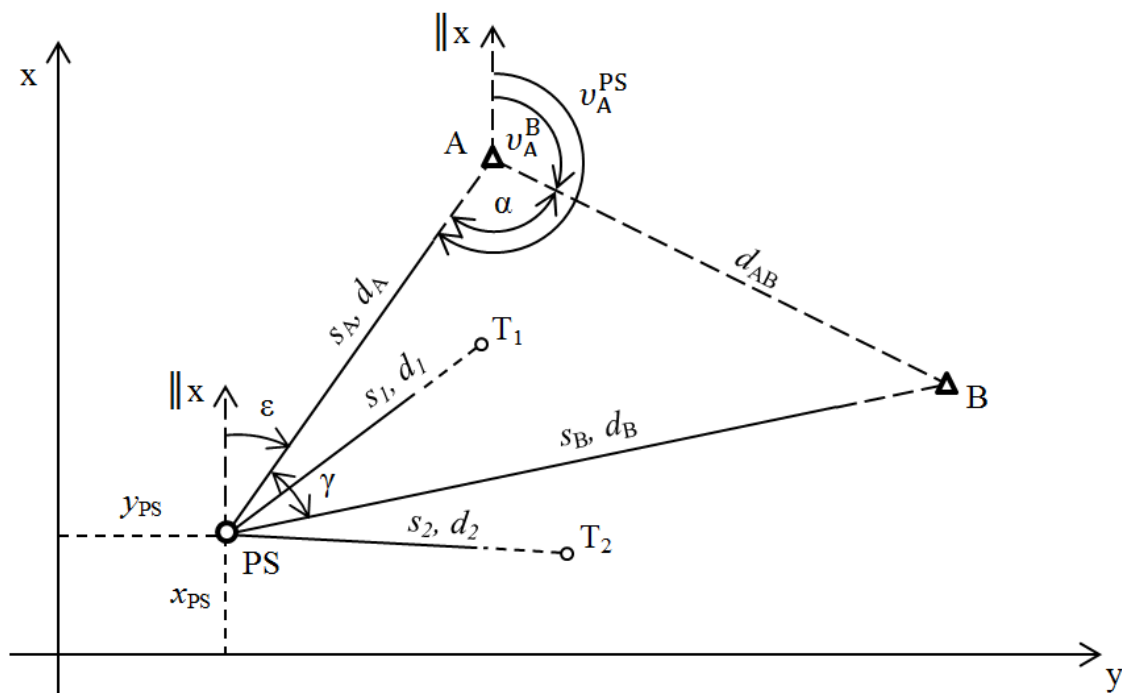
S pomočjo izračunanih koordinat stojiščne točke in danih koordinat točk na objektu lahko zdaj iz stojišča izračunamo zakoličbene elemente in izvedemo zakoličbo. Zadnji korak so kontrolne meritve. K temu spada primerjava izračunanih vrednosti z izmerjenimi (npr. razdalja med dvema zakoličenima točkama).

Sodobni tahimetri z ustrezno programsko opremo imajo običajno možnost enostavne določitve prostega stojišča in podpirajo naslednje izračune:

- avtomatski izračun iz bližnjih koordinat,
- Helmertova transformacija (podobnostna transformacija),
- izračun standardnih odstopanj koordinat stojiščne točke,
- izračun popravkov po metodi najmanjših kvadratov,
- trigonometrični prenos višine za določitev višine stojiščne točke,
- data-snooping za odkrivanje grobih pogreškov.

Pri inženirskih meritvah je prosto izbiranje stojišča najbolj uporabljen postopek pri določanju točk in zakoličevanju, ker omogoča izbiro stojišča, kjer je najbolj potrebno. Pri meritvah in zakoličevanju mejnih točk in ploskovnih gradbenih objektih se lahko stojišče izbere znotraj ali zunaj gradbišča ali na primer v konkretni etaži zgradbe zaradi dobre vidljivost.

Pri konvencionalni polarni metodi izmere je stojiščna točka iz katere zakoličujemo znana, fizično stabilizirana dana točka. Za izračun koordinat ciljnih točk moramo določiti orientacijo z merjenjem smeri. Pri prosti izbiri stojišča si lahko izberemo prosto (neoznačeno) stojiščno točko in določimo njene koordinate sočasno s polarno izmero. To stojišče je samo začasno. Točka na terenu ni označena, koordinate prostega stojišča nimajo povezave s kasnejšimi meritvami.



Slika 17: Določanje koordinat prostega stojišča PS s pomočjo dveh navezovalnih točk (Möser in sod., 2000)

Na Slika 17 so koordinate prostega stojišča PS neznanе. Stojišče je tako začasna (neoznačena) nova točka. Ničelna smer je smer proti izhodiščni točki in za meritev se izkaže naslednja merska situacija:

- dano: koordinate navezovalnih točk A, B
- merjeno: smeri in dolžine  $s_A, s_B, d_A, d_B$  k navezovalnim točkam
- iskano: koordinate nove točke PS, zakoličbene točke  $T_1, T_2$

Za določitev koordinat prostega stojišča obstajajo tri osnovne možnosti:

- merjenje smeri in dolžin do dveh ali več danih točk,
- merjenje smeri do najmanj treh danih točk (klasični notranji urez),
- merjenje smeri in dolžin (dolžine le do ene, dveh ali treh točk) do treh ali več danih točk.

Enolično rešitev prostega stojišča zagotovimo z le tremi merjenimi vrednostmi, izmerimo tri smeri ali dve smeri in eno dolžino.

Za navzkrižno kontrolo in za odkrivanje napačnih meritev ali izhodiščnih točk je predoločenost nujna. Izvedemo nadštevilne meritve. To pa pomeni, da koordinate prostega stojišča in orientacijo določimo z izravnavo (Möser in sod., 2000).

Pri metodi proste izbire stojišča se položajne koordinate stojišča določi z merjenjem smeri in dolžin do najmanj dveh, običajno pa do več navezovalnih točk. Pri tem ločimo naslednje postopke za določitev koordinat stojišča:

- določitev položajnih koordinat stojišča z dvema navezovalnima točkama,
- prosta izbira stojišča s transformacijo koordinat,
- Helmertova transformacija in
- določitev položajnih koordinat stojišča z izravnavo dolžin in smeri.

## 4.2 Postopki za določitev koordinat stojišča

### 4.2.1 Določitev položajnih koordinat stojišča z dvema navezovalnima točkama

Pri prosti izbiri stojišča z izmero na dve dani točki je kontrola meritev slaba, saj na novi točki PS merimo le smeri in dolžine do dveh danih točk. Nadštevilna meritev je le ena.

Problem ni predoločen, če v izračun uvedemo dodatno nezanko, to je merilo za dožine. To je smiselno, saj s to nezanko teoretično istočasno opišemo sistematični vpliv napake merske frekvence, atmosfere in merila mreže. Izračun koordinat stojišča se razčleni v naslednje računске korake:

- I. Izračun dolžine in smernega kota med obema izhodiščnima danima točkama:

$$d_{AB}^* = \sqrt{(y_B - y_A)^2 + (x_B - x_A)^2} \quad (1)$$

$$\nu_A^B = \arctan \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \quad (2)$$

- II. Izračun dolžine  $d_{AB}$  in kota  $\gamma$  med izhodiščnima točkama iz polarnih merskih vrednosti:

$$\gamma = s_B - s_A \quad (3)$$

$$d_{AB} = \sqrt{d_A^2 + d_B^2 - 2d_A d_B \cdot \cos \gamma} \quad (4)$$

- III. Primerjamo vrednosti dolžine izračunane iz koordinat in na osnovi meritev. V primeru večjih razlik ohranimo vrednost izmerjenega kota in merjeni dolžini  $d_{A_{izm}}$  in  $d_{B_{izm}}$  priredimo merilu izhodiščne mreže. Izračunamo faktor merila  $m$ :

$$m = \frac{\text{razdalja iz koordinat}}{\text{merjena dolžina}} = \frac{d_{AB}^*}{d_{AB}} \quad (5)$$

in množimo merjeni dolžini

$$d_A = m \cdot d_{A_{izm}} \quad (6)$$

$$d_B = m \cdot d_{B_{izm}} \quad (7)$$

Tako popravljeni dolžini  $m \cdot d_{A_{izm}}$  in  $m \cdot d_{B_{izm}}$  ter izmerjeni kot  $\gamma = s_B - s_A$  zdaj ustrezajo merilu mreže. To smemo stopriti, če je faktor merila v intervalu  $0.9997 < m < 1.0003$  (Möser in sod., 2000).

- IV. Po izračunu kota  $\alpha$  se s pomočjo polarnega priklepa na izhodiščno točko A izračunata pravokotni koordinati  $y_{PS}$  in  $x_{PS}$  stojišča:

$$v_A^{PS} = v_A^B + \alpha \quad (8)$$

$$y_{PS} = y_A + m \cdot d_A \cdot \sin v_A^{PS} \quad (9)$$

$$x_{PS} = x_A + m \cdot d_A \cdot \cos v_A^{PS} \quad (10)$$

Pri tem postopku ostanejo koti nespremenjeni. Protislovje meritev se odpravi preko merila. Primer lahko obravnavamo kot podobnostno transformacijo z dvema identičnima točkama A in B.

#### 4.2.2 Določitev prostega stojišča s transformacijo koordinat

Gre za preslikavo vseh polarnih merskih elementov v lokalni pravokotni koordinatni sistem (y, x). Izhodišče koordinatnega sistema predstavlja prosto izbrana stojiščna točka, ničelna smer pa poteka v smeri izmere tako, da so vrednosti na x-osi pozitivne. Z dvema danima točkama imamo zagotovljeni identični točki v (y, x) in v (Y, X) koordinatnem sistemu. Vse nove točke in stojišče imajo koordinate

le v  $(y, x)$  koordinatnem sistemu. S podobnostno transformacijo lahko vse točke preslikamo v  $(Y, X)$  koordinatni sistem z enačbami:

$$Y_i = Y_{PS} + a \cdot \Delta y + o \cdot \Delta x \quad (11)$$

$$X_i = X_{PS} - o \cdot \Delta y + a \cdot \Delta x \quad (12)$$

kjer sta transformacijska parametra  $a$  in  $o$  zasuk in merilo  $(y, x)$  koordinatnega sistema glede na  $(Y, X)$  koordinatni sistem. Izračunamo ju z naslednjima enačbama:

$$a = \frac{\Delta y \cdot \Delta Y + \Delta x \cdot \Delta X}{\Delta y^2 + \Delta x^2} \quad (13)$$

$$o = \frac{\Delta y \cdot \Delta X + \Delta x \cdot \Delta Y}{\Delta y^2 + \Delta x^2} \quad (14)$$

Za kontrolo izračunamo faktor merila, katerega vrednost mora biti blizu 1.

$$m = \sqrt{a^2 + o^2} \cong 1 \quad (15)$$

Kontrolo lahko izvedemo s primerjavo izmerjene dolžine med danima točkama z dolžino izračunano iz koordinat. Uporabimo lahko tudi dodatno dano točko ali več točk in jih obravnavamo kot nove. Izračunamo njihove koordinate in jih primerjamo z danimi. Če se vrednosti ne razlikujejo preveč lahko sklepamo, da v izmeri in izračunu ni bilo grobih napak (Möser in sod., 2000).

### 4.2.3 Določitev prostega stojišča z izravnavo

Za določitev koordinat prostega stojišča in novih točk lahko štejemo dva pristopa izravnave, ki se v rezultatu le malo razlikujeta (Möser in sod., 2000):

- Helmertova transformacija (podobnostna transformacija) in
- izračun koordinat prostega stojišča s klasično posredno izravnavo.

#### 4.2.3.1 Helmertova transformacija

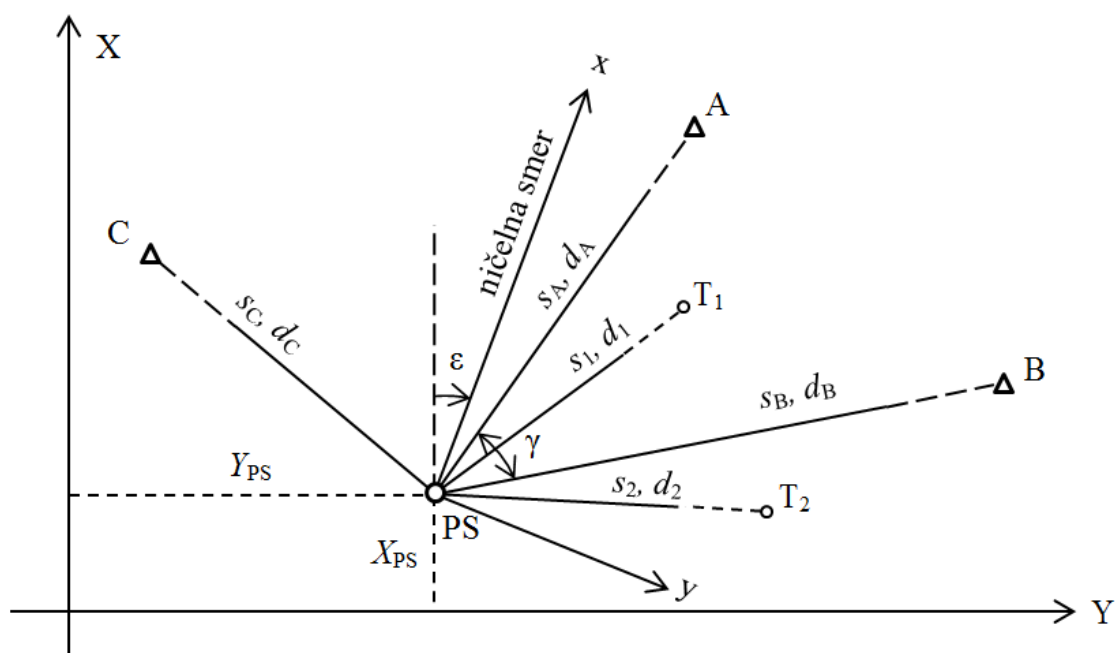
Pri Helmertovi transformaciji obravnavamo meritve kot točne. Koordinate navezovalnih danih točk uporabimo v izračunu kot enako utežene nekorelirane meritve. Ocenjujemo popravke koordinat



transformacijskih točk. Ničelna smer in prosto stojišče kot izhodišče določata lokalni koordinatni sistem (y, x).

Predpostavka za to rešitev je, da so s prostega stojišča k najmanj trem izhodiščnim točkam (transformacijskim točkam) vsakokrat izmerjene smeri in dolžine, pri čemer je ničelna smer poljubna, tako kot prikazuje slika 18. Iskane so koordinate stojišča, orientacija, merilo in koordinate novih točk. Določanje koordinat stojišča je predoločen sistem in predstavlja izravnavo.

Sprva se do navezovalnih točk izvedejo merjenja horizontalnih smeri in dolžin. Na osnovi teh meritev se izračunajo koordinate v prosto izbranem koordinatnem sistemu (y, x). Koordinate stojišča lahko poljubno izberemo, običajno tako, da se izognemo negativnim vrednostim koordinat. Smer x osi (ničelna smer) je lahko tudi poljubna (npr. ničelna smer horizontalnega kroga).



Slika 18: Helmertova transformacija (Möser in sod., 2000)

Iz Slika 18 vidimo, da imamo podane koordinate izhodiščnih točk (A, B in C) in merjene polarne koordinate ( $s_A$ ,  $s_B$ ,  $s_C$ ,  $d_A$ ,  $d_B$  in  $d_C$ ). Zanimajo nas koordinate prostega stojišča PS, merilo  $m$ , kot zasuka  $\epsilon$  in dolžine do detajlnih točk  $d_i$ .

S tremi ali več danimi točkami izvedemo podobnostno transformacijo iz začetnega (lokalnega) koordinatnega sistema v ciljni (Y, X) koordinatni sistem.

Z izravnavo se določijo štirje transformacijski parametri:

- $Y_{PS}, X_{PS}$  koordinati prostega stojišča,
- $m$  faktor merila in
- $\varepsilon$  kot zasuka.

Zaradi neizogibnih odstopanj pri meritvah in nenatančnosti danih koordinat izhodiščnih točk transformacijskih parametrov ni mogoče določiti tako, da bi izračunane transformirane koordinate popolnoma sovpadale z danimi koordinatami. Zato izračunamo popravke koordinat točk, ki nam služijo za kontrolo in prepoznavanje grobih pogrškov.

$$v_{Yi} = Y_{i \text{ mora}} - Y_{i \text{ transf}} \quad (16)$$

$$v_{Xi} = X_{i \text{ mora}} - X_{i \text{ transf}} \quad (17)$$

Popravki  $v_{Yi}$  in  $v_{Xi}$  služijo za kontrolo in oceno natančnosti izhodiščnih točk in meritev do teh točk.

Pri Helmertovi transformaciji izhajamo iz tega, da so vse koordinate identičnih točk enakovredne in jim podamo enake uteži. To velja, če so izhodiščne točke približno enako oddaljene od stojišča.

Empirično standardno odstopanje  $\sigma_0$  z  $n$  transformacijskimi točkami izračunamo po enačbi:

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum(v_{Yi})^2 + \sum(v_{Xi})^2}{2 \cdot n - 4}} \quad (18)$$

Popravki so mera za kvaliteto transformacije in se lahko uporabljajo za kontrolo in prepoznavanje grobih pogrškov. Boljša možnost kontrole je pomembna prednost v primerjavi z metodo določitve koordinat stojišča na osnovi samo dveh navezovalnih točk. Omogočeno je dvodimenzionalno (ploskovno) prilagajanje stojišča, ki ublaži mogoče napetosti v mreži. Ker pri tem koordinate stojišča ne nastopajo kot neznanke, se zato ne morejo določiti standardna odstopanja koordinat prostega stojišča.

Uporaba več kot treh točk olajša odkrivanje – lokaliziranje grobih pogrškov v meritvah ali v danih koordinatah. Pogreški v meritvah in koordinatah novih točk seveda niso odkriti, ampak morajo biti kontrolirani z dvojnimi meritvami.

Prednosti te metode izračuna se kažejo v tem, da niso potrebne nobene približne koordinate in v relativno preprostih algoritmičnih izračuna. V nasprotju s tem pa se morajo upoštevati tudi nekatere redke pomanjkljivosti. Pri grobih merskih pogreških ali pogrešenih koordinatah navezovalnih točk ali zamenjavi točk je le težko odkriti izvor pogreška. Natančnost zakoličevanja je tudi tukaj odvisna od lege stojišča, lege zakoličbenih točk in orientacije. Splošno velja, da naj ležijo stojišča in zakoličbene točke znotraj območja navezovalnih točk (Möser in sod., 2000).

#### 4.2.3.2 Določitev položajnih koordinat stojišča s strogo posredno izravnavo

Pogoj za izračun koordinat stojiščne točke z izravnavo merjenih smeri in/ali dolžin so nadštevilne meritve. Meritve utežimo. V nadaljevanju so povzeti koraki tega postopka:

- izračun približnih koordinat prostega stojišča z metodo ureza,
- sistem normalnih enačb za smeri in/ali dolžine, ki so bile merjene iz prostega stojišča,
- izračun koeficientov normalnih enačb,
- izračun neznank,
- izračun natančnosti.

Izvedemo lahko dodatni test za odkrivanje grobih pogreškov v meritvah. Koordinate izhodiščnih točk obravnavamo kot točne (Möser in sod., 2000).

### 4.3 Natančnost metode proste izbire stojišča

Rezultat izravnave so koordinate stojišča  $y_{PS}$ ,  $x_{PS}$  v sistemu navezovalnih koordinat in variančno kovariančna matrika:

$$Q_{xx} = \begin{bmatrix} q_{yy} & q_{yx} \\ q_{xy} & q_{xx} \end{bmatrix} \quad (19)$$

Z upoštevanjem teh natančnosti je mogoče izračunati natančnosti koordinat stojišča:

$$\sigma_y = \sigma_0 \cdot \sqrt{q_{yy}} \quad (20)$$

$$\sigma_x = \sigma_0 \cdot \sqrt{q_{xx}} \quad (21)$$

Standardni odklon utežne enote se izračuna po naslednji enačbi:

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{v^T \cdot P \cdot v}{n - u}} \quad (22)$$

kjer je:

- $v$  vektor popravkov
- $P$  matrika uteži opazovanj
- $n$  število opazovanj
- $u$  število neznank

$n - u$  je število nadštevilnih opazovanj (število izmerjenih smeri do izhodiščnih točk in izmerjene dolžine minus 4 neznanke).

Medtem, ko je vrednost standardnega odklona  $\sigma_0$  odvisna od natančnosti meritev in natančnost koordinat navezovalnih točk, so utežni koeficienti koordinatnih neznank  $q_{yy}$  in  $q_{xx}$  odvisni samo od geometrije geodetske mreže (porazdelitev navezovalnih točk po horizontu) in izbire uteži. Grafična predstavitev natančnosti določitve položaja prostega stojišča je podana z elipsami pogreškov.

Položajno natančnost prostega stojišča definira empirični standardni odklon .

$$\sigma_P = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_x^2} \quad (23)$$

Pri kratkih dolžinah je lahko vpliv sistematičnega dela pogreška razdaljemera elektronskega tahimetra, zanemarljiv. Splošno velja za določanje uteži merskim vrednostim:

$$p_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2} \quad (24)$$

- $p_i$  utež meritve
- $\sigma_i^2$  varianca iste meritve
- $\sigma_0^2$  poljubno izbrana konstanta

Potem velja za uteži smeri in dolžin:

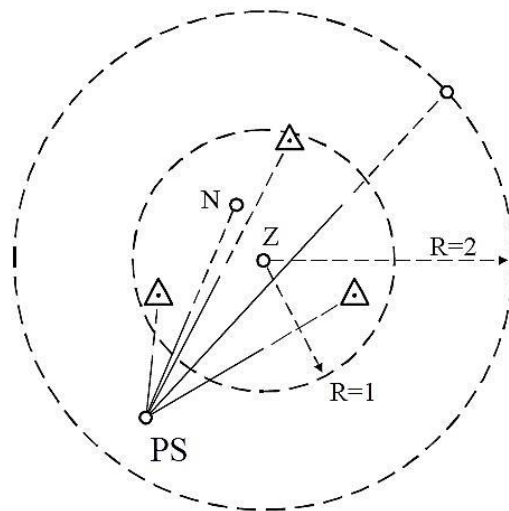
$$p_{si} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{si}^2} \quad \text{in} \quad p_{di} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{di}^2} \quad (25) \text{ in } (26)$$

Če izberemo za  $\sigma_0 = \text{const} = 1$ , sledijo uteži za smeri in dolžine.

$$p_{si} = \frac{1}{\sigma_{si}^2} \quad \text{in} \quad p_{di} = \frac{1}{\sigma_{di}^2} \quad (27) \text{ in } (28)$$

S temi predpostavkami se izkažejo za določitev prostega stojšča s pomočjo Helmertove transformacije naslednja spoznanja (Möser in sod., 2000):

- minimalna vrednost standardnega odklona  $\sigma_{PS}$  nastopa v težišču izhodiščnih točk,
- položajna natančnost polarno izmerjenih ali zakoličenih točk  $\sigma_{Pi}$  je neodvisna od lege stojšča instrumenta. Z naraščanjem dolžine polarnih točk od težišča izhodiščnih točk se položajna natančnost zmanjšuje,
- do radialne oddaljenosti  $R = 2$  (povprečna dolžina izhodiščnih točk od težišča  $Z$ ) je poslabšanje položajne natančnosti še sprejemljivo,
- znotraj kroga s polmerom  $R = 1$  je natančnost:  
$$\sigma_{PS} = 0.7 \cdot \sigma_0 \quad \text{in} \quad (29)$$
$$\sigma_{Pi} = 1.2 \cdot \sigma_0 \quad (30)$$
- oddaljenost polarno merjene od prostega stojšča točke naj ne bi bila večja od radialne oddaljenosti  $R = 2$ ,
- z uporabo petih ali več izhodiščnih točk za določanje prostega stojšča je večanje natančnosti neznatno.



**Slika 19: Natančnost Helmertove transformacije in položaj novih točk (Möser in sod., 2000)**

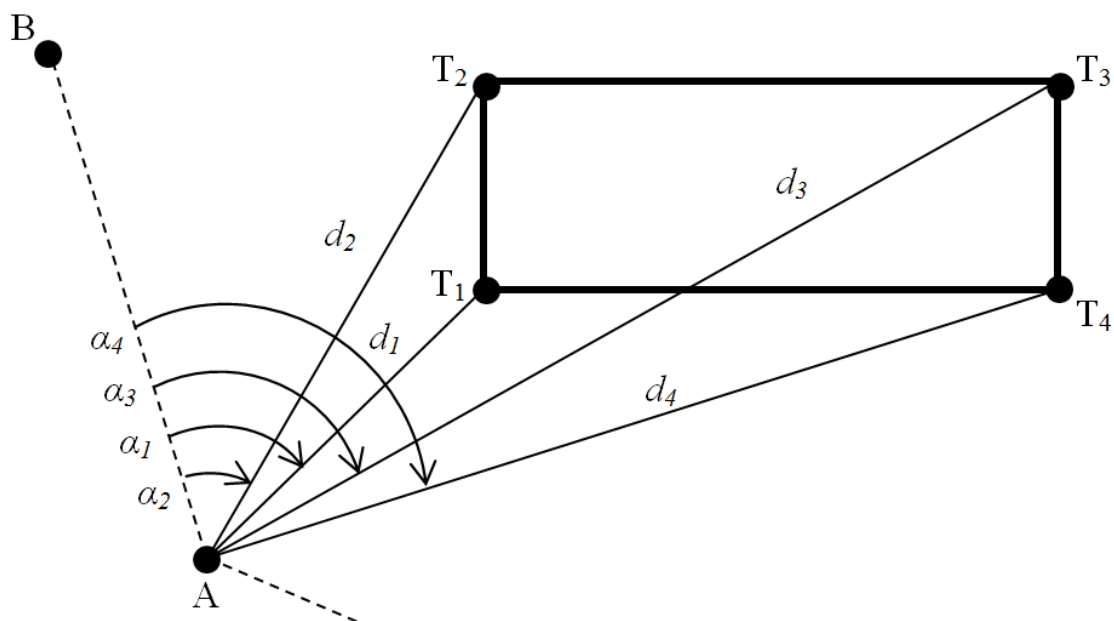
Zgoraj naštetе bodo izpolnjene, če za izbiro navezovalnih točk za prosto izbiro stojišča upoštevamo naslednje kriterije (Möser in sod., 2000):

- merjeni oz. zakoličevani objekt naj leži znotraj kroga, ki ga tvorijo izhodiščne točke,
- če je le mogoče, da se merjeni objekt nahaja čim bližje težišču navezovalnih točk.

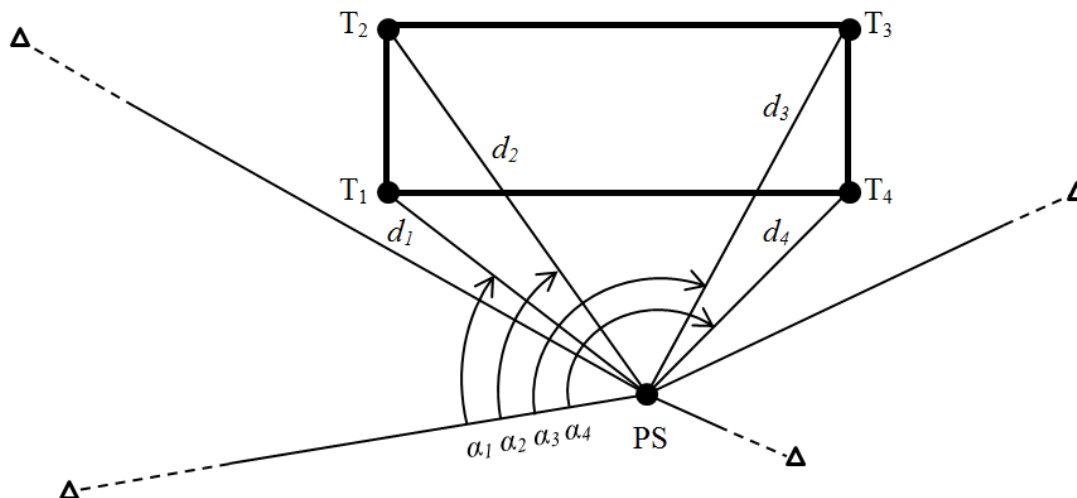
## 5 POLARNA ZAKOLIČBA DETAJLNIH TOČK

### 5.1 Princip polarne metode zakoličbe

V praksi najpogosteje uporabljena in zelo prilagodljiva metoda zakoličevanja je polarna metoda. Kadar so točke  $T_i$  zakoličene na osnovi polarnih koordinat z elektronskim tahimetrom, so tako pri zakoličbi iz točke zakoličbene (navezovalne) mreže (slika 20) ali s prostega stojišča (slika 21) položaji točk določeni na osnovi dolžin in smeri. Smer in dolžina sta elementa lokalnega horizontalnega polarnega koordinatnega sistema. Za orientacijsko smer se uporabi izbrana točka osnovne zakoličbene mreže.



Slika 20: Polarna metoda zakoličbe iz osnovne geodetske mreže



Slika 21: Polarna metoda zakoličbe s prostega stojišča

Pri zakoličbi s polarno metodo je ena izmed točk osnovne zakoličbene mreže A uporabljena kot stojiščna točka in druga B kot orientacijska točka (slika 20). Najprej sledi merjenje orientacijske smeri  $s_B$  proti točki B in izračun smernega kota  $v_A^B$  iz danih koordinat točk A in B po enačbi:

$$v_A^B = \arctan \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \quad (31)$$

Potem se izračunata polarna zakoličbena elementa kot  $\alpha_i$  in dolžina  $d_i$  k točki  $T_i$ :

$$v_A^{T_i} = \arctan \frac{y_{T_i} - y_A}{x_{T_i} - x_A} \quad (32)$$

$$d_i = \sqrt{(y_{T_i} - y_A)^2 + (x_{T_i} - x_A)^2} \quad (33)$$

$$\alpha_i = v_A^{T_i} - v_A^B \quad (34)$$

Kontrolo zakoličbe lahko izvedemo z izmero dolžin med posameznimi zakoličenimi točkami, ki jih primerjamo s projektiranimi vrednostmi. Lahko pa za kontrolo uporabimo za stojišče instrumenta katero drugo točko in iz nje zakoličimo iste detajlne točke (stojišče je npr. orientacijska točka B na slika 20). Položaji detajlnih točk morajo biti enaki ne glede na to, iz katerega stojišča zakoličujemo. Z elektronskim tahimetrom se lahko zakoličene točke kontrolirajo s takojšnjo meritvijo. Primerjava koordinat, pridobljenih z meritvami, s koordinatami iz projekta služi za presojo pravilnosti



zakoličevanja in izključi grobe napake pri umeščanju objekta v prostor. Pozorni moramo biti tudi na to, da so dolžine od stojišča do orientacijskih točk večje od dolžin do zakoličbenih točk (Möser in sod., 2000).

## 5.2 Natančnost polarne metode zakoličevanja

Za polarno zakoličbo točke T z zakoličbenima elementoma  $\alpha$  in  $d$  izračunamo koordinate zakoličbene točke, če izhajamo iz točke A:

$$y_T = y_A + d \cdot \sin \alpha \quad (35)$$

$$x_T = x_A + d \cdot \cos \alpha \quad (36)$$

Pri tem je natančnost odvisna od naslednjih vplivnih faktorjev:

- natančnost koordinat stojišča  $\sigma_{y_A}, \sigma_{x_A}$ ,
- natančnosti merjenja dolžine  $\sigma_d$ ,
- natančnosti merjenja smeri  $\sigma_\alpha = \sigma_s \cdot \sqrt{2}$ ,

Pričakovano standardno odstopanje zakoličbene točke T v y in x smeri lahko zapišemo z naslednjima enačbama:

$$\sigma_{y_T} = \sqrt{\sigma_{y_A}^2 + (\sin \alpha \cdot \sigma_d)^2 + \left(d \cdot \cos \alpha \cdot \frac{\sigma_\alpha}{\rho}\right)^2} \quad (37)$$

$$\sigma_{x_T} = \sqrt{\sigma_{x_A}^2 + (\cos \alpha \cdot \sigma_d)^2 + \left(-d \cdot \sin \alpha \cdot \frac{\sigma_\alpha}{\rho}\right)^2} \quad (38)$$

Z zvezo

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad (39)$$

in predpostavko, da so koordinate stojišča A brez pogreškov ( $\sigma_{y_A} = \sigma_{x_A} = 0$ ), se položajna natančnost točke T<sub>i</sub> izračuna na naslednji način:

$$\sigma_{P_T} = \sqrt{\sigma_{y_T}^2 + \sigma_{x_T}^2} = \sqrt{\sigma_d^2 + \left(\frac{d \cdot \sigma_s \cdot \sqrt{2}}{\rho}\right)^2} \quad (40)$$

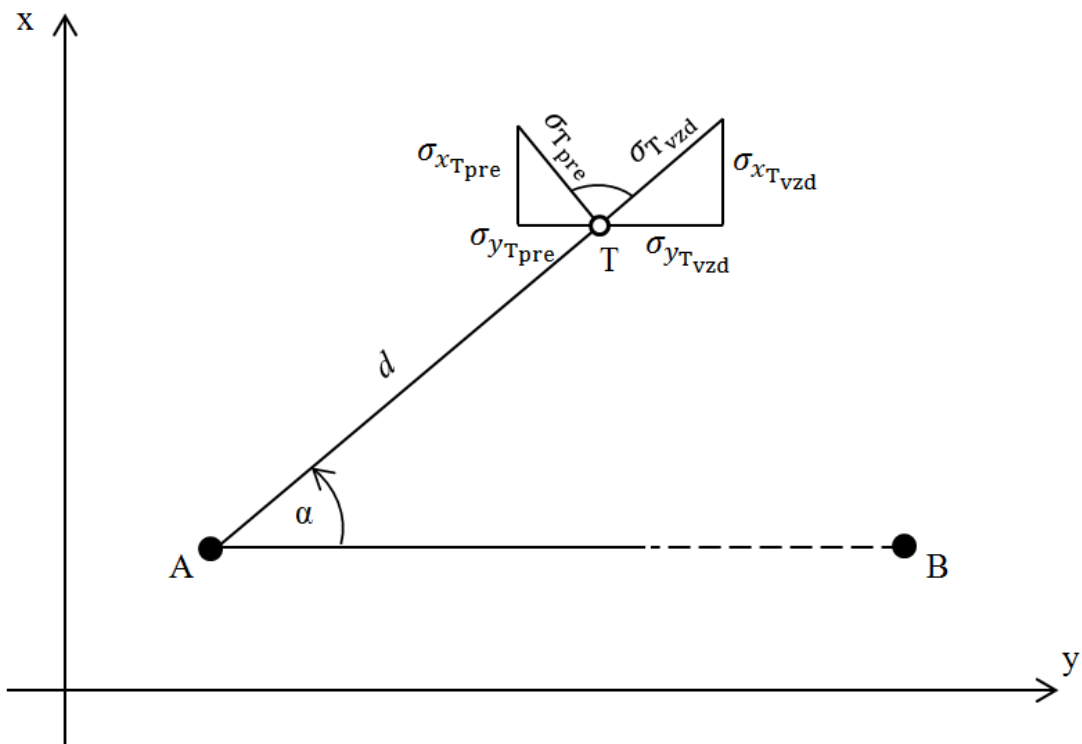
Tako bodo upoštevana samo slučajna odstopanja zakoličbe kota in dolžine. K osnovnemu izrazu je potrebno dodati natančnost centriranja in označevanja zakoličbenih točk. Da bi odstopanja zakoličbenih elementov dolžine in smeri razčlenili na njihove komponente, položajno natančnost, definirano z enačbo (40) zapišemo z vzdolžno in prečno natančnostjo glede na stojščno točko:

$$\sigma_{P_T} = \sqrt{\sigma_{T_{vzd}}^2 + \sigma_{T_{pre}}^2} \quad (41)$$

$$\sigma_{T_{vzd}} = \sqrt{\sigma_d^2 + \frac{\sigma_{T_{cent}}^2 + \sigma_{T_{ozn}}^2}{2}} \quad (42)$$

$$\sigma_{T_{pre}} = \sqrt{\left(\frac{d \cdot \sigma_s \cdot \sqrt{2}}{\rho}\right)^2 + \frac{\sigma_{T_{cent}}^2 + \sigma_{T_{ozn}}^2}{2}} \quad (43)$$

Pri tem vpliv odstopanj centriranja in označevanja zakoličbene točke delimo s  $\sqrt{2}$ , da ga razporedimo na vzdolžno in prečno smer.



Slika 22: Grafična predstavitev natančnosti pri polarnem zakoličevanju (Möser in sod., 2000)

Največji vpliv natančnosti centriranja lahko ocenimo z enačbo:

$$\sigma_{T_{cent}} = \sigma_e \cdot \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (44)$$

kjer je ekscentriciteta stojiščne točke  $\sigma_e$  v odvisnosti od dolžine  $d_1$  (dolžina od stojišča do izhodiščne točke).

## 6 ZAKOLIČBA HLADILNEGA STOLPA TEŠ 6

### 6.1 Vrste zahtev

V projektni dokumentaciji so dodane določene zahteve, ki jih je potrebno upoštevati za pravilni potek gradnje. Tudi v projektni dokumentaciji za projekt hladilnega stolpa pri šestem bloku termoelektrarne Šoštanj je bilo navedenih nekaj splošnih zahtev:

- ničla objekta (hladilnega stolpa) mora biti na nadmorski višini 365.00 m,
- vrh betonske plošče 365.20 m,
- vse armature mora preveriti in sprejeti inženir,
- od nivoja 4 naprej so vsi naslednji nivoji izdelani kot celotni obroč,
- natančne gradbeniške zahteve,
- dimenzije temeljev ne smejo biti manjše od projektiranih.

### 6.2 Zagotovitev geometrijske osnove – geodetska mreža

Geodetska mreža zagotavlja geometrično osnovo geodetske izmere in hkrati materializira koordinatni sistem, ki nam omogoča, da medsebojne prostorske odnose ustrezno opišemo. Z zagotovitvijo geodetske mreže tudi definiramo velikost prostora, kjer bomo objekt gradili. Geodetska mreža je osnova za izdelavo projekta gradnje in njegovo realizacijo. Služi nam kot osnova za nadaljnje meritve (Kogoj, 2013).

Geodetska mreža, za potrebe gradnje hladilnega stolpa TEŠ 6, je bila razvita kot lokalna mreža. Razširja se na samem gradbišču in ob njem. Osnovo geodetske mreže predstavljata izhodiščna točka S1 in smer proti jašku dvigala bloka 4.

Izhodiščna točka višinske mreže je bila točka RS1. Točke horizontalne mreže so bile stabilizirane z betonskimi stebri, na katerih so bili dodatno vgrajeni reperji. Tako so bili reperji razporejeni po gradbišču enako kot točke horizontalne mreže.

#### 6.2.1 Projekt geodetske mreže

Izbira položajev točk je odvisna od topografije terena in/ali lastnosti objekta. Število in razporeditev točk na objektu sta povezana z lastnostmi objekta in velikostjo ter smerjo pričakovanih premikov. Za vzpostavitev geodetske mreže sicer veljajo splošna pravila, vendar jih za vsak posamezen problem oziroma objekt prilagodimo dejanskim okoliščinam (Savšek in sod., 2003).

Glede na priporočila si prizadevamo, da je klasična višinska mreža vklopljena mreža. Datum mreže naj bo določen z navezavo na referenčne reperje mreže. Referenčni reperji morajo biti stabilni. Svetuje se, da referenčne reperje stabiliziramo s čepi sodčkaste oblike iz nerjavečega jekla, ki jih vgradimo v dovolj star in stabilen objekt (Koler in sod., 2010).

#### 6.2.1.1 Oblika položajne geodetske mreže

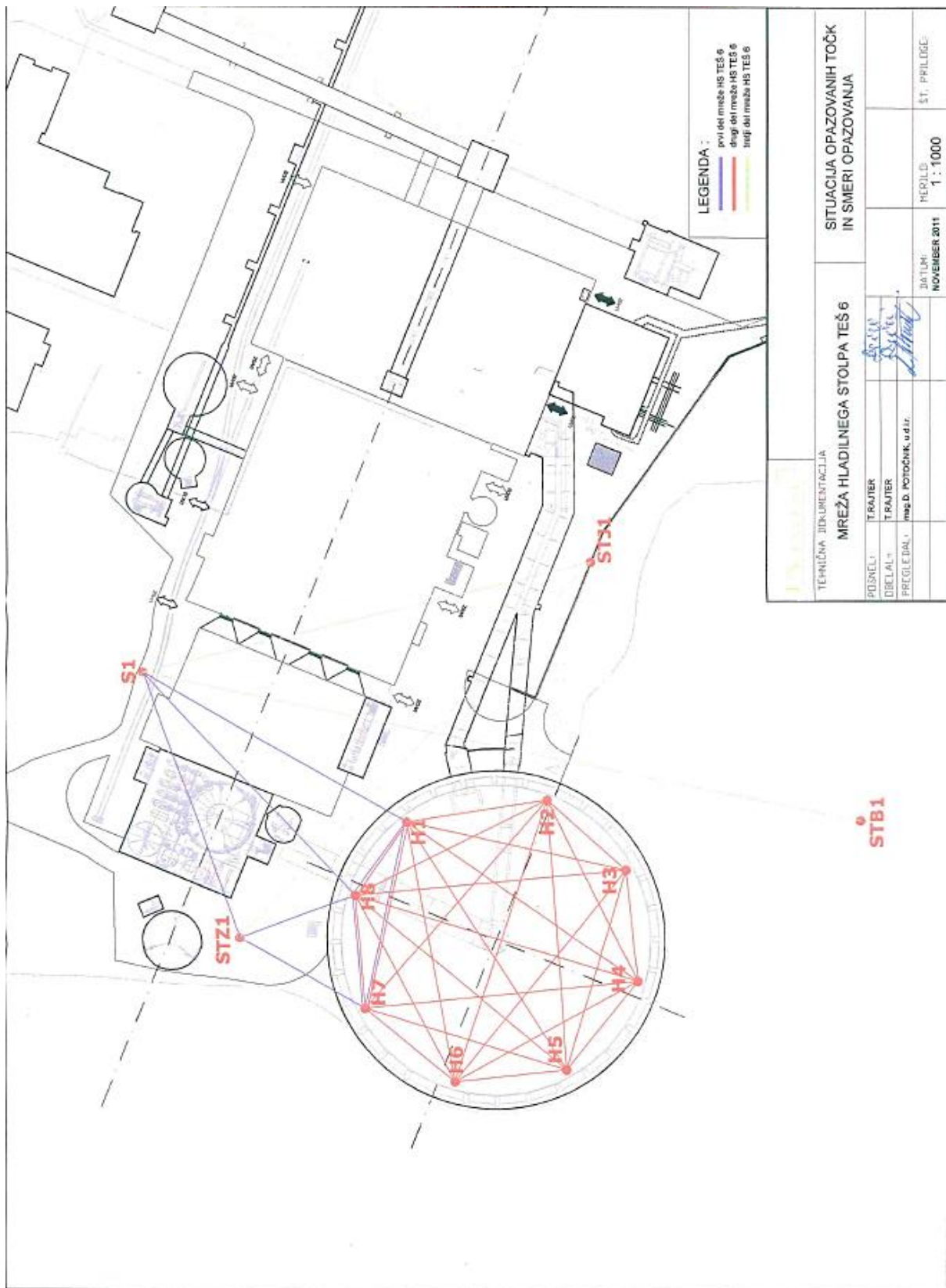
Izhodišče za razvoj mreže je predstavljal steber S1 in smer proti jašku dvigala bloka 4. Na stebru S1 je stabiliziran tudi reper RS1, ki predstavlja višinsko izhodišče. Mrežo je bilo potrebno, glede na projekt, razviti proti območju, kjer je predvidena gradnja hladilnega stolpa. Tako je bilo predvidenih 8 točk, ki bi se nahajale znotraj območja gradnje hladilnega stolpa in tri točke, kot zunanje zavarovanje.



Slika 23: Položajna geodetska točka S1 in reper RS1 (Rudis d.o.o., 2011)

Iz stebra S1 je bil stabiliziran steber STZ1 (slika 24), ki skupaj s prvim stebrom predstavljata glavni točki. Nato sta bili vzpostavljeni še pomožni betonski točki STJ1 in STB1, ki sta stabilizirani izven hladilnega stolpa in točke oziroma stebri H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7 in H8, ki so stabilizirani znotraj območja hladilnega stolpa. Izmera mreže je bila razdeljena na tri dele, kot je opisano v poglavju 6.2.2.2.

Geodetska mreža je prikazana na sliki 24 iz tehnične dokumentacije projekta in je v manjšem merilu od navedenega.



Slika 24: Skica geodetske mreže hladilnega stolpa TEŠ 6

### 6.2.1.2 Stabilizacija točk

Za zagotovitev čim večje stabilnosti točk in prisilnega centriranja je stabilizacija vseh izhodiščnih točk opazovalnih mrež izvedena z ustrezno temeljenimi betonskimi stebri. Stebri so opremljeni s kovinskimi nastavki, na katere v času meritev prisilno centriramo mersko opremo.

Temelj za betonski steber je armirano betonski globine 100 cm in širine 80 cm. 40 cm betonskega stebra sega v temeljni del, 150 cm pa je zunanjskega dela stebra. Premer stebra je 25 cm. Stebri omogočajo prisilno centriranje, saj je na vrhu stebra nameščena plošča s srčnim vijakom.

Stebri H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7 in H8 so bili zgolj začasni. Postavljeni so bili med gradnjo lupine hladilnega stolpa. Ko so delavci začeli z urejanjem notranjosti hladilnega stolpa, so stebre postopoma odstranjevali.



Slika 25: Betonski steber H7  
(Rudis d.o.o., 2011)

## 6.2.2 Izmera geodetske mreže

### 6.2.2.1 Instrumentarij in metoda izmere

Za izmero horizontalne mreže sta bila uporabljena instrumenta:

- Leica TCRA 1201+  
natančnost merjenja kotov:  $\sigma_{\text{ISO-THEO}} : 1''$ ,  
natančnost merjenja dolžin:  $\sigma_{\text{ISO-EDM}} : 1 \text{ mm} ; 1.5 \text{ ppm}$  (Leica, 2009) in
- Trimble S8 1" High Precision DR\_HP  
natančnost merjenja kotov:  $\sigma_{\text{ISO-THEO}} : 1''$ ,  
natančnost merjenja dolžin:  $\sigma_{\text{ISO-EDM}} : 1 \text{ mm} ; 1 \text{ ppm}$  (Trimble, 2007-2010).

Izmera višinske mreže pa je bila izvedena z instrumentoma:

- Leica NA2002  
natančnost:  $\sigma_{\text{ISO-NIV}} : 0.9 \text{ mm}$  na 1 km dvojnega nivelmana z uporabo precizne invar late s kodno razdelbo (Geomatika, 2013) in
- Trimble DiNi 0.3  
natančnost:  $\sigma_{\text{ISO-NIV}} : 0.3 \text{ mm}$  na 1 km dvojnega nivelmana z uporabo precizne invar late s kodno razdelbo (Trimble, 2007).

Pri položajni mreži so bile opazovane smeri in dolžine. Opazovanje smeri je potekalo po girusni metodi v 7 girusih. Vse smeri so bile opazovane v dveh krožnih legah, s čimer je bil eliminiran kolimacijski pogrešek in pogrešek nehorizontalnosti vrtilne osi daljnogleda.

Nadmorske višine točk višinske mreže so bile določene z uporabo preciznega geometričnega nivelmana.

#### **6.2.2.2 Izvedba meritev**

Geodetska dela je opravljalo podjetje Primorje d.d., kasneje pa jih je zaradi stečaja podjetja prevzel Rudis d.o.o. Za nadzor je skrbelo geodetsko podjetje PV Invest d.o.o.

Mreža je razdeljena na tri dele meritev oziroma opazovanj. V prvem delu meritve opazovalne mreže hladilnega stolpa TEŠ 6 je bilo opazovanih 5 geodetskih točk: S1, STZ1, H1, H7 in H8. Izhodiščne oz. glavne točke za izračun prvega dela mreže hladilnega stolpa TEŠ 6 so bile:

- položajna geodetska točka S1 – stojiščna točka in
- položajna geodetska točka STZ1 – vizurna točka.

V drugem delu meritve je bilo opazovanih 8 točk in sicer tri točke iz prvega dela opazovanja: H1, H7 in H8 ter dodatno še 5 geodetskih točk: H2, H3, H4, H5 in H6. Mreža ima obliko osemkotnika, ki se v celoti nahaja znotraj hladilnega stolpa TEŠ 6. Izravnana je bila kot prosta mreža.

V tretjem delu meritve pa so bile opazovane štiri geodetske točke: S1, STZ1, STJ1 in STB1. Izhodiščne točke za izračun tretjega dela mreže hladilnega stolpa TEŠ 6 so bile iste kot pri prvem delu.

Točke so bile opazovane v 7 girusih. Merjene so bile poševne dolžine, horizontalne smeri, zenitne dolžine, temperatura, relativna vlažnost in zračni tlak. Dolžine so bile reducirane z meteorološkimi in geometričnimi popravki. Mreža je bila izravnana s programom GEM (PV Invest, 2011).

Nadmorske višine geodetskih točk višinske mreže so bile določene s preciznim geometričnim nivelmanom z navezavo na izhodiščni reper RS1. Reperji so povezani v nivelmansko zanko, ki je navezana na izhodiščni reper RS1. Meritve geometričnega nivelmana so bile izravnane s programom LEICA Geo Office 7.0.



### 6.2.3 Izračun koordinat točk geodetske mreže

Meritve so bile izravnane po posredni izravnavi s programom GEM 4.0. Program deluje na osnovi Gauss-Markovega modela posredne izravnave, ki ga sestavljajo funkcijske in stohastične povezave spremenljivk, vključenih v model. 1. in 3. del mreže je bil izravnani kot vpeta mreža na dane točke, 2. del pa kot prosta mreža, kjer so bile vse opazovane točke obravnavane kot nove. Izravnane koordinate vseh točk so navedene v preglednici 2.

Za izravnavo nadmorskih višin je bil uporabljen programski paket Leica Geo Office 7.0. Izravnane vrednosti so zbrane v preglednici 2.

Preglednica 2: Izravnane koordinate in višine stebrov hladilnega stolpa TEŠ 6

Točka:	Y [m]	X [m]	H [m]
<b>S1</b>	504196.7520	136642.2400	361.2750
<b>STZ1</b>	504116.3653	136612.5345	361.1928
<b>STJ1</b>	504230.8282	136505.4835	367.2827
<b>STB1</b>	504152.1730	136423.4540	389.6210
<b>H1</b>	504151.5558	136561.5837	364.6246
<b>H2</b>	504158.3080	136518.8834	364.5886
<b>H3</b>	504137.0715	136494.7997	364.6566
<b>H4</b>	504103.2718	136491.1519	364.6137
<b>H5</b>	504076.3454	136512.6264	364.6253
<b>H6</b>	504072.6046	136546.6951	364.6166
<b>H7</b>	504094.7775	136574.1377	364.5808
<b>H8</b>	504129.3110	136577.2005	364.6166

Kakovost izvedbe geodetskih meritev prikazuje ocena natančnosti končnih rezultatov izravnave, velikost popravkov pa je merilo kakovosti meritev. Natančnost opazovanj določa referenčni standardni odklon utežne enote merjene količine. Za a-priori oceno natančnosti so bili kot standardni odklon utežne enote opazovanih smeri in dolžin vzeti podatki proizvajalca geodetskega instrumenta. V preglednici 3 so navedeni nekateri parametri natančnosti za posamezne dele mreže.

Preglednica 3: Globalni parametri natančnosti izravnave geodetske mreže

	$\sigma_0$ [mm]	$\sigma_{p \max}$ [mm]	$\sigma_{p \min}$ [mm]	$\sigma_p$ [mm]
<b>1. del</b>	0.93865	0.4	0.3	0.3
<b>2. del</b>	0.92009	0.1	0.1	0.1
<b>3. del</b>	0.67878	0.6	0.6	0.6

kjer so:

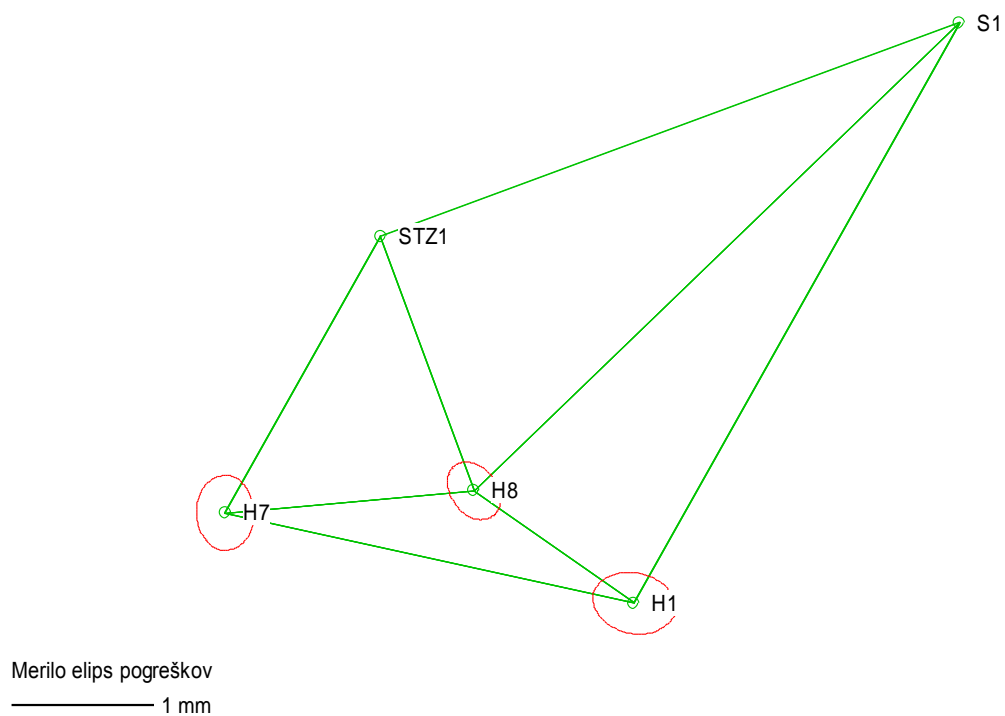
$\sigma_0$	referenčni standardni odklon utežne enote
$\sigma_{p \max}$	največji položajni standardni odklon
$\sigma_{p \min}$	najmanjši položajni standardni odklon
$\sigma_p$	srednji položajni standardni odklon

Program za izravnavo položajne mreže GEM nam izračuna tudi elemente standardnih elips pogreškov. Velika polos elipse  $a$  in mala polos  $b$  ter kot  $\theta$  so elementi standardnih oz Helmertovih elips pogreškov, ki definirajo območje, v katerem se točka nahaja s približno 36 % verjetnostjo. Vrednosti elementov standardnih elips pogreškov so prikazane v preglednici 3.

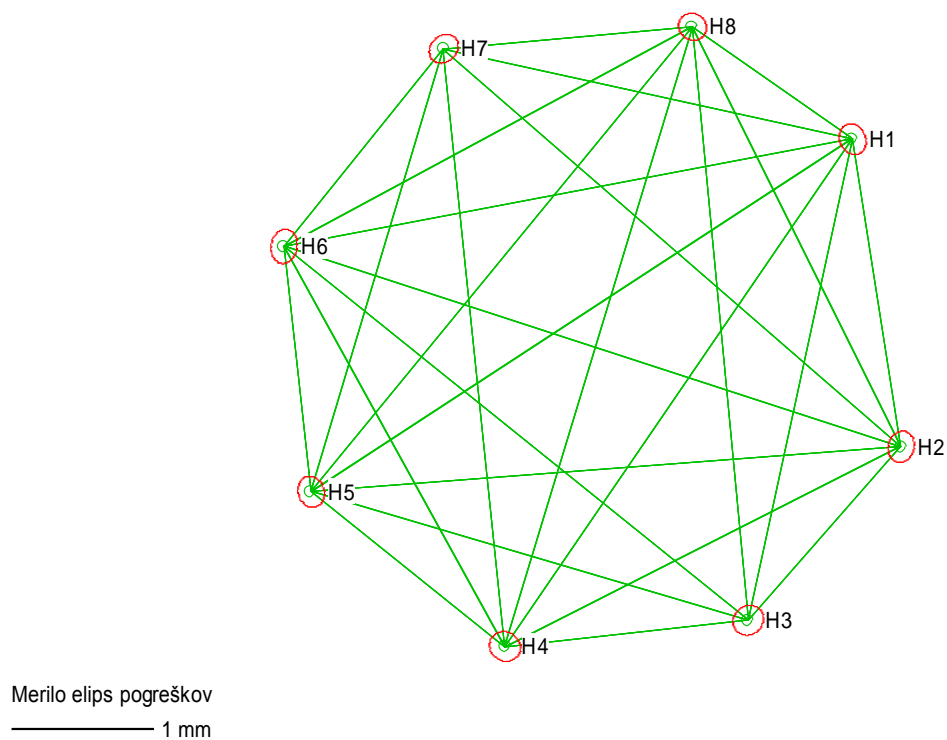
Preglednica 3: Elementi standardnih elips pogreškov

	nove točke	$a$ [mm]	$b$ [mm]	$\theta$ [°]
<b>1. del</b>	<b>H1</b>	0.3	0.2	102
	<b>H7</b>	0.3	0.2	179
	<b>H8</b>	0.2	0.2	143
<b>2. del</b>	<b>H1</b>	0.1	0.1	155
	<b>H2</b>	0.1	0.1	14
	<b>H3</b>	0.1	0.1	52
	<b>H4</b>	0.1	0.1	125
	<b>H5</b>	0.1	0.1	161
	<b>H6</b>	0.1	0.1	9
	<b>H7</b>	0.1	0.1	47
	<b>H8</b>	0.1	0.1	124
<b>3. del</b>	<b>STJ1</b>	0.5	0.4	55

Grafični prikaz standardnih elips pogreškov:



Slika 26: Standardne elipse pogreškov za prvi del mreže



Slika 27: Standardne elipse pogreškov za drugi del mreže

Izpis izravnave je dodan v prilogi A.

Izmera geodetske mreže je bila izvedena z visoko natančnostjo. Najvišja natančnost je vidna v drugem delu mreže. Razlog je v tem, da so točke razporejene enakomerno v obliki osemkotnika, mreža pa je bila izravnana kot prosta mreža. Prvi del mreže rahlo poslabša natančnost izhodiščna točka, ki je nekoliko odmaknjena od ostalih točk izmere. V prvem delu se v natančnosti izračunanih koordinat točk kaže tudi večja medsebojna oddaljenost točk in slabša čvrstost mreže – povezav med točkami je malo. Geodetska mreža je predstavljala dobro osnovo za nadaljnje zakoličevanje hladilnega stolpa.

### 6.3 Izvedba zakoličbe

#### 6.3.1 Dovoljena odstopanja

Pri merjenju praktično nikoli ne dosežemo prave vrednosti, meritve nikoli ne opravimo s popolno natančnostjo. Vse meritve so obremenjene s pogreški. Ker torej nikoli ne izmerimo prave vrednosti, predpišemo dovoljena odstopanja, torej vrednosti, ki definirajo največje dopustne razlike merjenih količin od prave vrednosti. V praksi se za dovoljena odstopanja pogosto uporablja tudi izraz toleranca.

Po standardu DIN (Deutsches Institut für Normung) 18201 (tolerance in gradbeništvo) morajo dovoljena odstopanja v gradbeništvu omogočati funkcionalno povezovanje gradbenih delov zgradbe kljub neizogibnim odstopanjem gradnje od projektiranih mer. Dovoljena odstopanja omejujejo odstopanja merjenih količin, oblik in položaja gradbenih delov ter zgradb.

Dovoljena odstopanja, ki so običajno podana v projektni dokumentaciji, pomenijo upoštevanje vseh nenatančnosti, ki nastopajo pri izgradnji objekta. Da lahko določimo potrebno natančnost meritev, je potrebno ločevati natančnost gradnje in natančnost meritev ter ugotoviti razmerje med njima. Merski del je neodvisen od gradnje in obratno, zato so dovoljena odstopanja med seboj nekolerirana in jih lahko seštevamo po zakonu o prenosu toleranc (varianc):

$$T^2 = T_M^2 + T_G^2 \quad (45)$$

$T$	skupno dovoljeno odstopanje
$T_M$	mersko dovoljeno odstopanje
$T_G$	dovoljeno odstopanje pri gradnji

V gradbeništvu se včasih uporablja tako imenovano zlato pravilo gradnje, kjer naj bi znašalo razmerje med merskim odstopanjem in skupnim dovoljenim odstopanjem 1:10.

$$T_M = 0.1 \cdot T \quad (46)$$

S tem je vzpostavljeno direktno razmerje med dovoljenimi odstopanji in ni upoštevana statistična obdelava pogreškov. Tako je zahtevana zelo visoka natančnost meritev, ki jo običajno težko dosežemo oz. bi bile meritve ekonomsko neupravičene.

Za določitev ugodnejšega razmerja, kot pri zlatem pravilu, upoštevamo zakon o prenosu toleranc:

$$T_M^2 = T^2 - (1 - p)^2 \cdot T^2 \quad (47)$$

$$T_M = T \cdot \sqrt{1 - (1 - p)^2} \quad (48)$$

$p$  delež merskega dovoljenega odstopanja v skupnem dovoljenem odstopanju

Če je dopuščen delež 10 % skupnega dovoljenega odstopanja, je potem:

$$T_M = T \cdot \sqrt{1 - 0.9^2} = 0.44 \cdot T \quad (49)$$

Razmerje med merskim dovoljenim odstopanjem in gradbenim dovoljenim odstopanjem potem znaša:

$$F = \frac{T_M}{T} = 0.44 \quad (50)$$

Pri stohastičnem proučevanju procesov s faktorjem  $F = 0.44$  je vpliv natančnosti meritev manjši kot 10 % skupnega dovoljenega odstopanja. Uporabne vrednosti za delež  $p$  ležijo na intervalu  $10 \% \leq p \leq 30 \%$  (Breznikar in Koler, 2009). Kolikšno vrednost vzamemo je odvisno predvsem od tipa meritev, načeloma pa za večje natančnosti vzamemo manjši  $p$  (Breznikar, 2009/2010).

Pri podanem skupnem dovoljenem odstopanju  $T$  je potrebno za projekt izmere določiti največje dovoljeno standardno odstopanje  $\sigma_x$ , da ne bo prekoračeno mersko dovoljeno odstopanje  $T_M$ . Uporabimo zvezo:

$$T_M = 2 \cdot \lambda \cdot \sigma_x \quad (51)$$

V inženirski geodeziji vzamemo za  $\lambda$  vrednost 2.5, kar predstavlja interval zaupanja 98.4 % (Breznikar 2009/2010).

V projektu TEŠ 6 so bile podana naslednja dovoljena odstopanja za izgradnjo hladilnega stolpa, ki morajo biti v skladu s specifikacijami objekta:

- dovoljeno odstopanje za debelino lupine: – 0 mm, + 20 mm,
- dovoljeno odstopanje za radij:  $\pm 50$  mm,
- dovoljeno odstopanje za obodne in meridijanske linije:  $\pm 1.5$  % oz.  $\pm 15$  mm/1 m,
- dovoljeno odstopanje za nivoje (višine):
  - spodnji del lupine: – 20 mm, + 50 mm,
  - zgornji del lupine: – 50 mm, + 50 mm,
- pri delih, kot je naravnavanje opažev, delovnega odra, platform in drugega, je določeno maksimalno odstopanje od geometrije lupine hladilnega stolpa za 50 mm,
- kotne spremembe v vertikalni in obodni smeri se postopoma lahko prilagajajo za največ 1.5 % oz. 15 mm/1 m.

### 6.3.2 Izbira instrumentarija in pribora

Za geodetske meritve so bili izbrani najboljši instrumenti, ki jih je imelo podjetje Rudis d.o.o. na razpolago. Za različne naloge so bili uporabljeni različni instrumenti. Upoštevala se je primernost posameznega instrumenta za določeno izmero, glede na lastnosti instrumenta in izkušnje operaterjev.

Uporabljeni so bili naslednji instrumenti:

- Leica TCRA 1201+ (mreža in kontrola nastavitve opaža HS)
  - natančnost merjenja kotov:  $\sigma_{\text{ISO-THEO}} : 1''$ ,
  - natančnost merjenja dolžin:  $\sigma_{\text{ISO-EDM}} : 1 \text{ mm} ; 1.5 \text{ ppm}$  (Leica, 2009),
- Nikon NPL-632 Field station (zakoličba in nastavitvev opaža HS)
  - natančnost merjenja kotov:  $\sigma_{\text{ISO-THEO}} : 2''$ ,
  - natančnost merjenja dolžin:  $\sigma_{\text{ISO-EDM}} : 3 \text{ mm} ; 2 \text{ ppm}$  (Nikon, 2006),
- Trimble S8 1" High Precision DR\_HP (Zakoličba, kontrolne meritve, mreža,...)
  - natančnost merjenja kotov:  $\sigma_{\text{ISO-THEO}} : 1''$ ,
  - natančnost merjenja dolžin:  $\sigma_{\text{ISO-EDM}} : 1 \text{ mm} ; 1 \text{ ppm}$  (Trimble, 2007-2010).



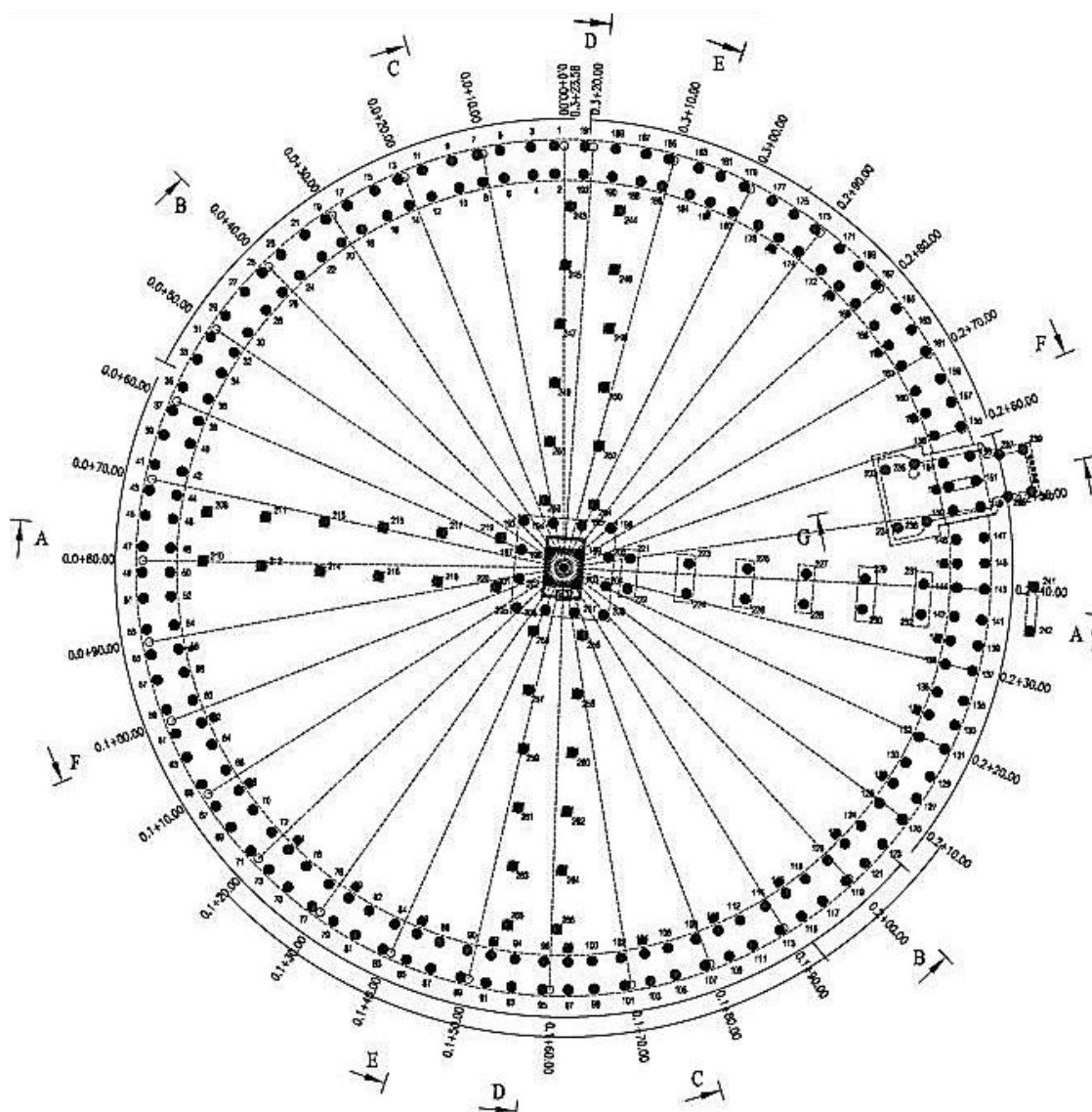
Slika 28: Zaslona instrumenta Leica TCRA 1201+ med zakoličevanjem (Rudis d.o.o., 2012)

### 6.3.3 Izvedba zakoličbe gradbene jame in temeljev

Najprej je bilo potrebno izvesti zakoličbo za izkop gradbene jame. Postaviti je bilo potrebno gradbene profile, ki so določali območje za izkop in naklon brežine gradbene jame. Podana je bila tudi potrebna globina izkopa. Geodet je označil območje izkopa z lesenimi količki in gradbenimi profili, ki so bili narejeni z lesenimi letvami v obliki trikotnika. Poševna letev je nakazovala smer in naklon brežine gradbene jame.



Slika 29: Zakoličba za izkop gradbene jame (Rudis d.o.o., 2011)



Slika 30: Načrt položajev pilotov

Sledilo je zakoličevanje temeljev. Zakoličiti je bilo potrebno center vsakega pilota s količkom in po dve točki za zavarovanje, ki sta bili postavljeni na primerno mesto, oddaljeno približno 1.5 m. Te dve točki sta v povezavi s centrom pilota predstavljali dve med seboj pravokotni osi. Na sliki 31 je z rdečim obkrožena točka centra pilotnega temelja in z modro točki zavarovanja, tik pred izkopom. Med in po betoniranju vsakega pilota je bilo potrebno kontrolirati višino, da je bila v skladu s projektirano. Potekala je tudi kontrola medsebojnega položaja pilotov, to je položaj glede na sosednje pilote in dolžina do centra hladilnega stolpa (radij). Na pilote je bila nato zabetonirana temeljna plošča, ki je podlaga za stebre hladilnega stolpa.

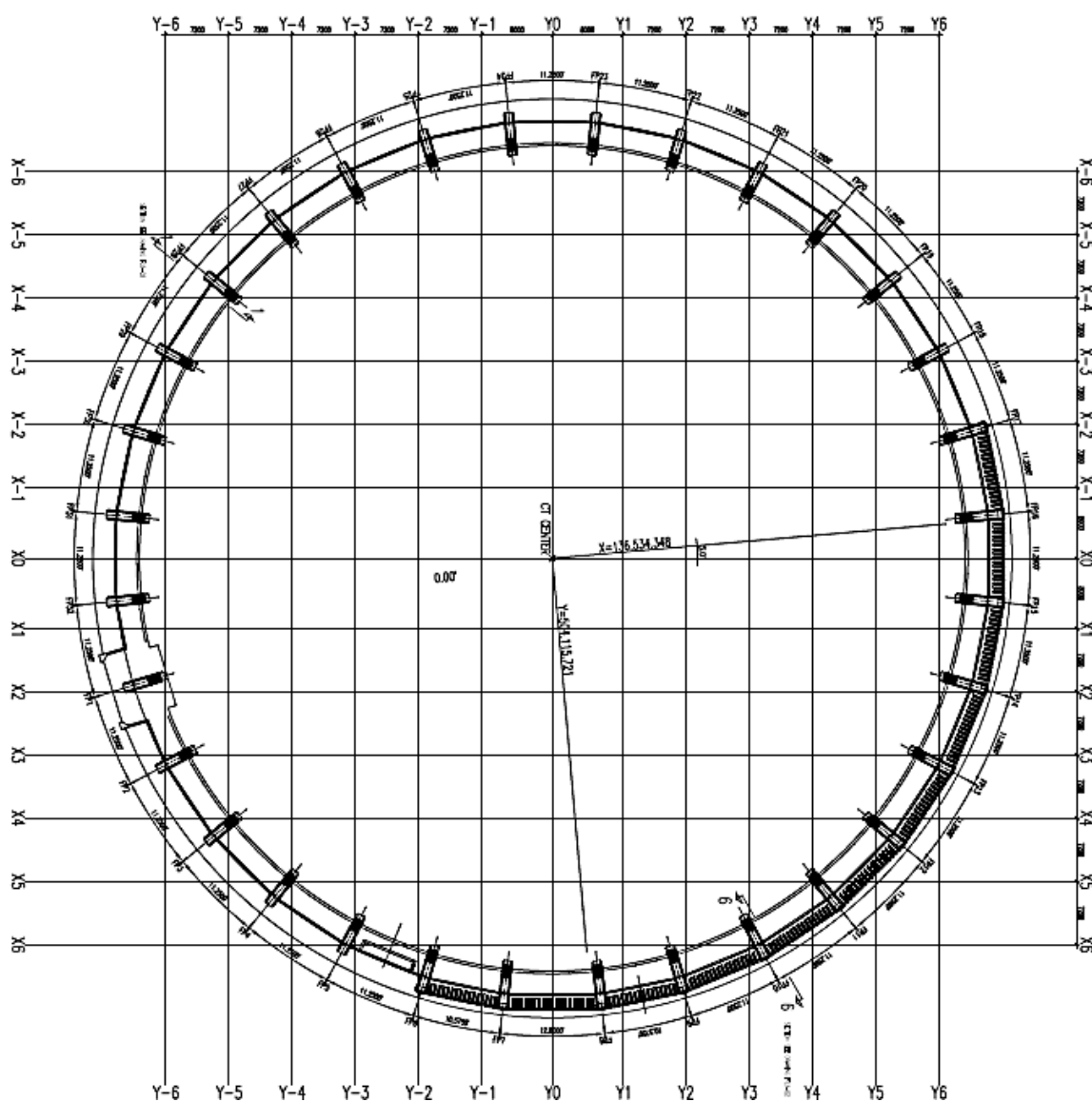




Slika 31: Postavitev stroja za izkop temelja nad zakoličeno točko (Rudis d.o.o., 2011)

#### 6.3.4 Izvedba zakoličbe nosilnih stebrov in lupine hladilnega stolpa

Že v času priprave armature za betoniranje temeljne plošče, je bilo potrebno označiti položaj predvidenih stebrov hladilnega stolpa (slika 32), saj je bilo potrebno nastaviti tudi povezovalno armaturo za stebre. Ko je bila temeljna plošča že dokončana, so nastavili opaž za posamezni steber. Na tleh oz. na temelju je geodet označil tudi projekcijo vrha stebra. Tako je bila lahko izvedena kontrola položaja vrha stebra s pomočjo mehanskega grezenja.



Slika 32: Načrt položajev stebrov

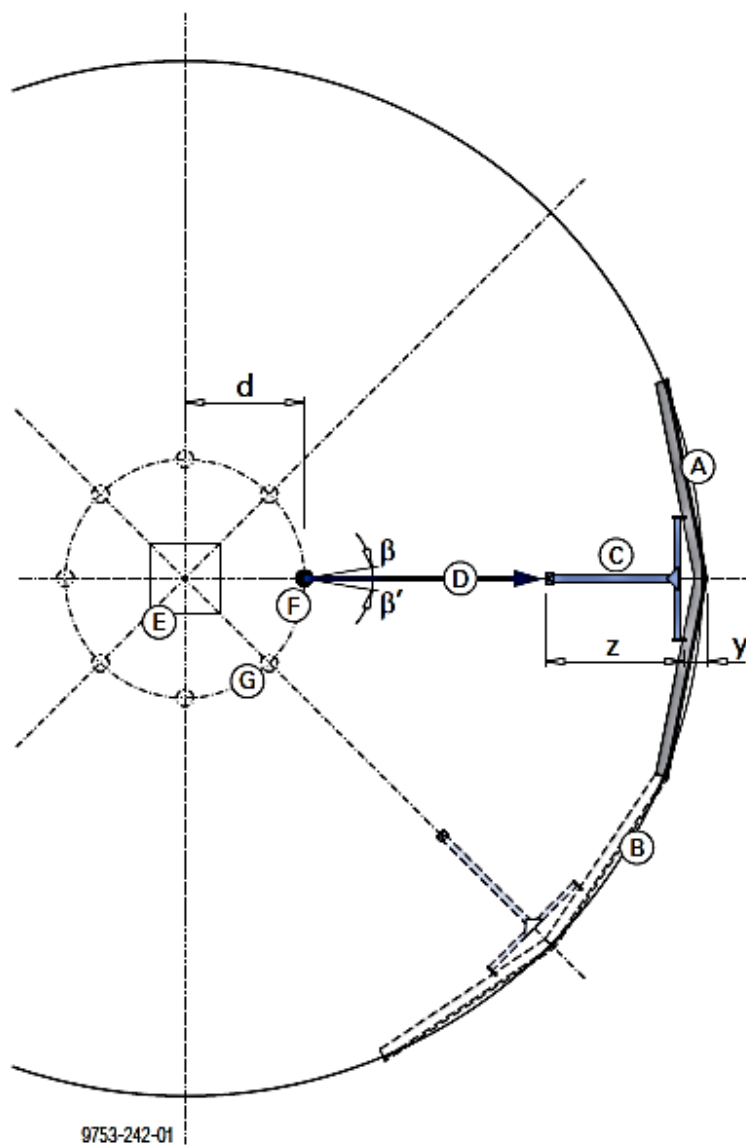
Vrh stebrov je predstavljal mesto naslona prvega obroča lupine hladilnega stolpa. Opaž je bil nastavljen z ogrodjem iz tal. Geodetsko delo je bila zakoličba opaža, predvsem naklona, saj je bila v tem delu lupina močno nagnjena proti centru hladilnega stolpa.



**Slika 33: Mini prizme (Rudis d.o.o., 2011)**

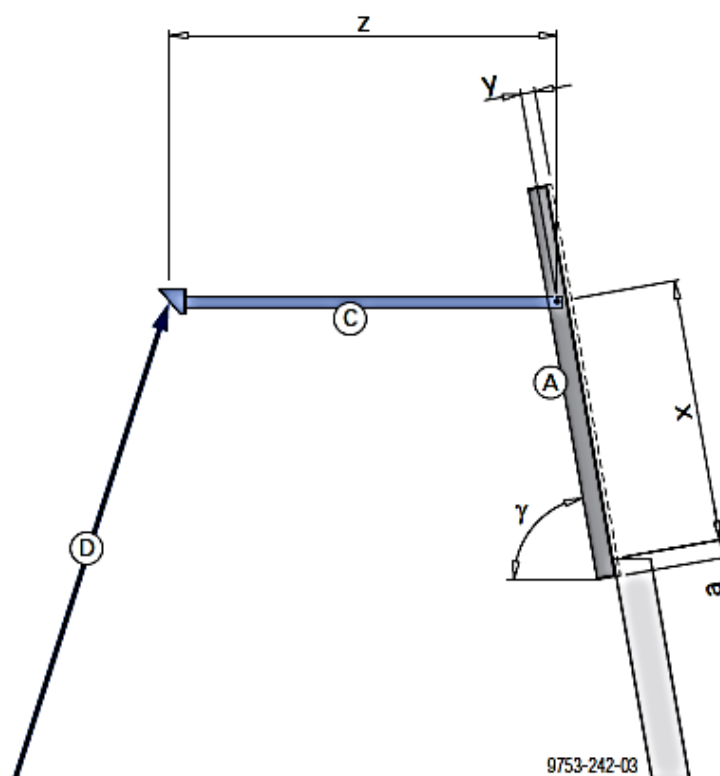
Vsak naslednji obroč je bil zgrajen s samoplezajočim opažem. Enota opaža je imela karakteristično točko – merilno mesto, stabilizirano s prizmo, na katero smo vizirali (glej sliko 13). Stojišče instrumenta je bilo postavljeno v bližino centra hladilnega stolpa. Podana je bila dolžina od centra hladilnega stolpa, do merilnega mesta opaža. Koordinate stojišča so bile določene z metodo prostega stojišča. Za vsak obroč posebej je bilo potrebno izračunati zakoličbene elemente za vsako točko na obroču. V ta namen so bili v programu Microsoft Office Excel sestavljeni algoritmi, ki so na podlagi geometrije hladilnega stolpa omogočili izračun posameznih zakoličbenih elementov za vsak obroč. Upoštevan je bil vertikalni zamik na opažu, pozicija merske letve in razlika v radiju zaradi dolžine merske letve. Meritve za vsak naslednji obroč so bile identične prejšnjemu, le da je bilo potrebno uporabiti druge elemente zakoličbe, saj so se vsi obroči med seboj razlikovali. Lupina se je namreč spodaj začela z debelino približno 1 m, v srednjem delu se postopoma zoži na 18 cm in proti vrhu spet nekoliko razširi. Vedno višje kot se je pomikal opaž, bolj strme so bile vizure. Zato je bil potreben poseben nastavek za okular na instrumentu (zenit okular), ki je omogočil opazovanje tudi najbolj strmih vizur. Pred začetkom meritev je figurant vedno preveril horizontalnost merskih letev in mersko prizmo obrnil v smer instrumenta tako, da je smer vizure potekala čim bolj pravokotno na prizmo. Figurant je kontroliral tudi, ali so podporni stebrički opaža na projektirani meri. S tem se je prihranil čas za grobo nastavljanje opaža. Pri finem nastavljanju opaža je figurant še enkrat preveril horizontalnost vseh merskih letev.

Spodnje skice prikazujejo naravnavanje opaža iz različnih pogledov:

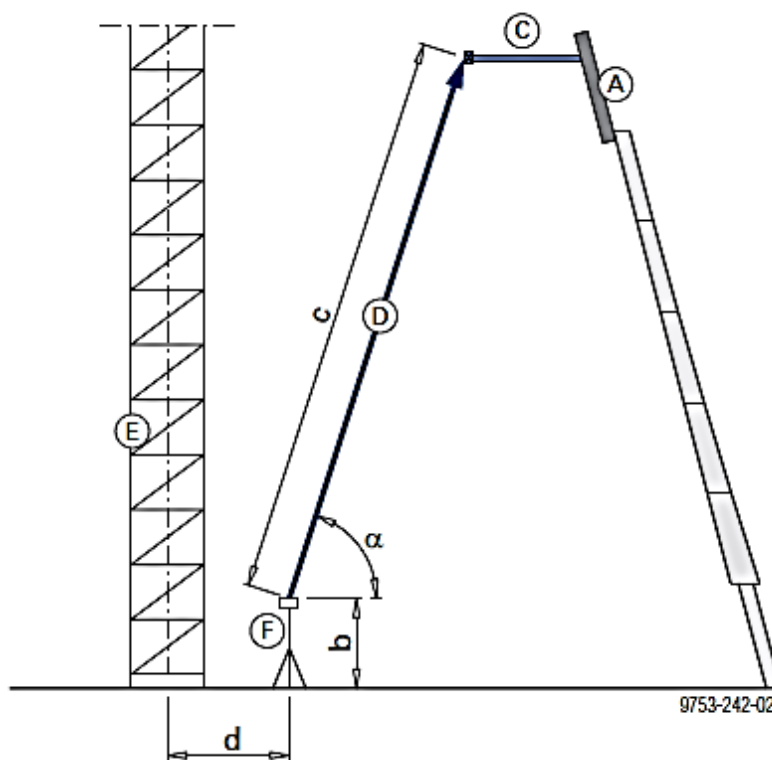


Slika 34: Shematski prikaz izmere v centru – floris (Doka, 2011)

a	50 mm	$\gamma$	naklonski kot opažnega elementa
b	višina merilne naprave	A, B	opažni element
c	merjena dolžina	C	horizontalna merska letev
d	konstanten radij	D	vizura
$\alpha$	vertikalni kot	E	steber žerjava
$\beta, \beta'$	horizontalni kotni odklon vizure	F, G	merilna točka



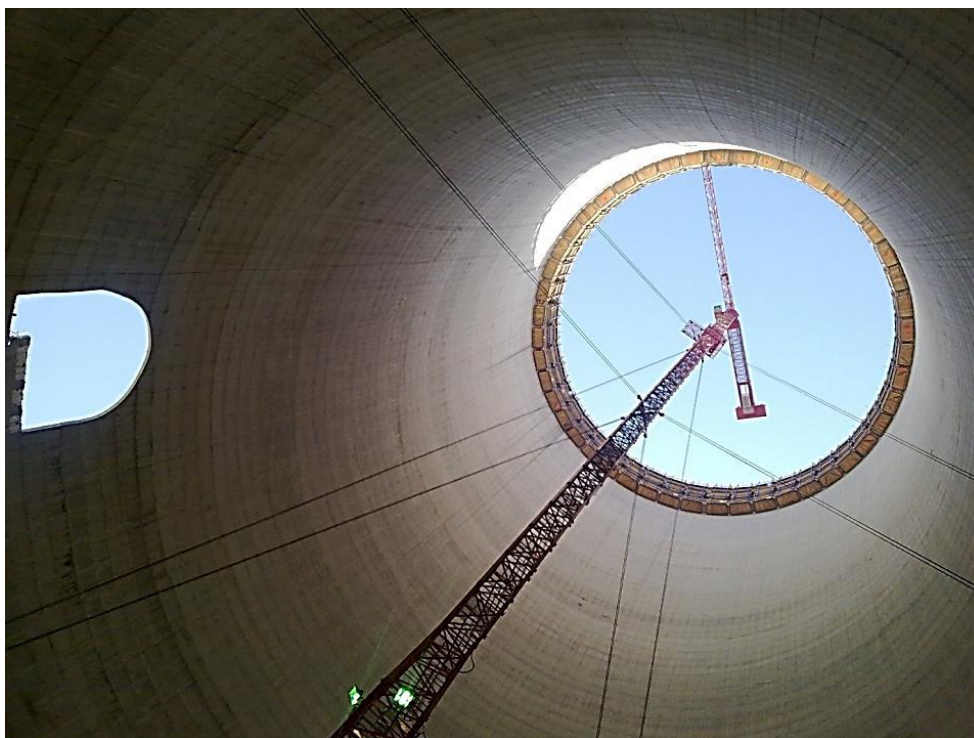
Slika 35: Opažni element z mersko letvijo (Doka, 2011)



Slika 36: Shematski prikaz izmere v centru – naris (Doka, 2011)

Na terenu se je pravzaprav zakoličeval center hladilnega stolpa, program v instrumentu pa je preračunal dolžino do centra oz. radij in vertikalno dolžino oz. višino. Ker gre za visok objekt, se je z večanjem višine povečevala višinska napaka. Zato je bil radij izračunan za več različnih višin ( $\pm 5$  cm). Ko se je fino nastavilo opaž, se je še enkrat izvedla kontrolna izmera pred betoniranjem. Na podlagi primerjave podatkov obeh izmer, se je še med in po betoniranju po potrebi izvedla kontrola na izbranih mestih. Med gradnjo se je lupina v dveh profilih izmerila z elektronskim tahimetrom, v namen pridobitve povratne informacije o sledenju geometriji stolpa iz projekta. Ta izmera ni bila formalna. Z elektronskim tahimetrom Leica 1200+ se je izmerila dolžina do nekaj kontrolnih točk na lupini na določeni višini. Na tej višini se je nato primerjal polmer od notranje strani lupine do centra hladilnega stolpa iz projekta z dejanskim izmerjenim polmerom. V prilogi C se nahaja poročilo nastavitve opaža lupine hladilnega stolpa za primer 99. obroča.

Poudariti je potrebno, da je gradnja potekala hitro. Različna dela so se izvajala vzporedno. Tako so npr. na eni strani že bili zgrajeni stebri hladilnega stolpa, na drugi strani pa so še potekala izkopavanja za temelje. Tako je iz geodetskega vidika bilo potrebno izvajati zelo različna dela hkrati. Tudi pogoji dela so bili včasih zelo težki, predvsem zaradi strojev ob stojišču instrumenta, kar je povzročalo tresenje vizure. Meritve so potekale ob vseh vremenskih razmerah. Zelo pomembno in težko pa je bilo zagotavljati varno delo, saj so neprestano od zgoraj leteli manjši in tudi večji kosi betona in drugih stvari, zaradi česar je bilo delo precej nevarno. Dobre varnosti praktično ni bilo mogoče zagotoviti, saj se je stojišče instrumenta moralo nahajati znotraj hladilnega stolpa, vizure pa so bile zelo strme (skoraj navpične), tako da tudi ni bilo možno narediti strehe ali česa podobnega nad instrumentom. Tudi v izogib omenjenim nevarnostim in za zagotovitev primerne mesta za postavitev instrumenta se je v večini primerov uporabljala metoda izmere s prostim stojiščem.



Slika 37: Hladilni stolp od znotraj (Rudis d.o.o., 2012)

Ob gradnji lupine hladilnega stolpa je bilo potrebno spremljanje posedanja temelja stolpa. To se je izvajalo z metodo geometričnega nivelmana. V temeljno ploščo so bili za ta namen vgrajeni kovinski čepki, ki so predstavljali višinske točke.

Po gradnji hladilnega stolpa poteka spremljanje morebitnih premikov hladilnega stolpa in okolice.

### 6.3.5 Ocena natančnosti zakoličevanja

Oceno natančnosti sem izračunal za primer zakoličevanja lupine hladilnega stolpa. Določil sem približen predviden položaj stojišča instrumenta in predvideno višino instrumenta ( $H = 1.750$  m). Na osnovi tega sem iz projekta določil maksimalno in minimalno dolžino vizure, maksimalni in minimalni naklon vizure ter štiri vmesne točke (razmik 20 obročev). Za izračun sem pridobil še podatke o natančnosti instrumenta ( $\sigma_d: 1$  mm;  $1.5$  ppm,  $\sigma_s = 1''$ ), vendar sem v izračun vstavil 3-kratne vrednosti za natančnost dolžine in smeri, za vertikalne kote večje od  $30^\circ$  pa sem uporabil vrednost  $\sigma_s = 6''$ . Tako smo znotraj intervala zaupanja. Vrednost, ki jo navaja proizvajalec, je določena na osnovi opazovanj v štirih girusih in pri majhnem verikalnem kotu. Vpliv pogreška refrakcije sem določil po sledeči enačbi (Breznikar 2009/2010):

$$\sigma_k = \pm \frac{k}{4} = \frac{0.13}{4} = 0.0325 \quad (52)$$

Za polmer Zemlje sem vzel vrednost  $R = 6371 \text{ km}$ .

Podatki, pridobljeni iz projekta:

**Preglednica 4: Podatki za izračun ocene natančnosti**

Obroč št.	$d_{\text{HZ}}$ [m]	$d_{\text{POŠ}}$ [m]	$\Delta h$ [m]	$z$ [°]
1	37.022	38.287	9.758	14.76
20	29.600	47.923	37.688	51.85
40	23.263	70.928	67.004	70.85
60	19.750	98.776	96.781	78.47
80	19.685	127.900	126.375	81.15
103	20.648	161.823	160.500	82.67

Oceno natančnosti sem izračunal posebej za zakoličene višine in položaj posamezne točke. Položajno oceno natančnosti sem razdelil še na vzdolžno in prečno smer.

Enačbo za izračun natančnosti zakoličevanja višin dobimo z odvajanjem enačbe za enostransko določanje višinske razlike  $\Delta h$ .

$$\Delta h = d \cdot \text{ctg } z + \frac{1-k}{2 \cdot R} \cdot \frac{d^2}{\sin^2 z} + i - e \quad (53)$$

Enačbo odvajamo po posameznih vplivih pogreškov na izmerjeno višinsko razliko. To so vpliv pogreška horizontalne dolžine, zenitne razdalje, refrakcije in vpliv pogreška višine instrumenta in signala.

$$\sigma_{\Delta h} = \sqrt{\frac{\partial \Delta h}{\partial d} \cdot \sigma_d^2 + \frac{\partial \Delta h}{\partial z} \cdot \sigma_z^2 + \frac{\partial \Delta h}{\partial k} \cdot \sigma_k^2 + \frac{\partial \Delta h}{\partial (i, e)} \cdot \sigma_{\Delta h(i, e)}^2} \quad (54)$$

Izračun ocene natančnosti zakoličevanja višin sem opravil po naslednji izpeljani enačbi:

$$\sigma_{\Delta h} = \sqrt{\text{ctg}^2 z \cdot \sigma_d^2 + \frac{d^2}{\sin^4 z \cdot \rho^2} \cdot \sigma_z^2 + \frac{d^4}{4 \cdot R^2} \cdot \sigma_k^2 + \sigma_{\Delta h(i, e)}^2} \quad (55)$$



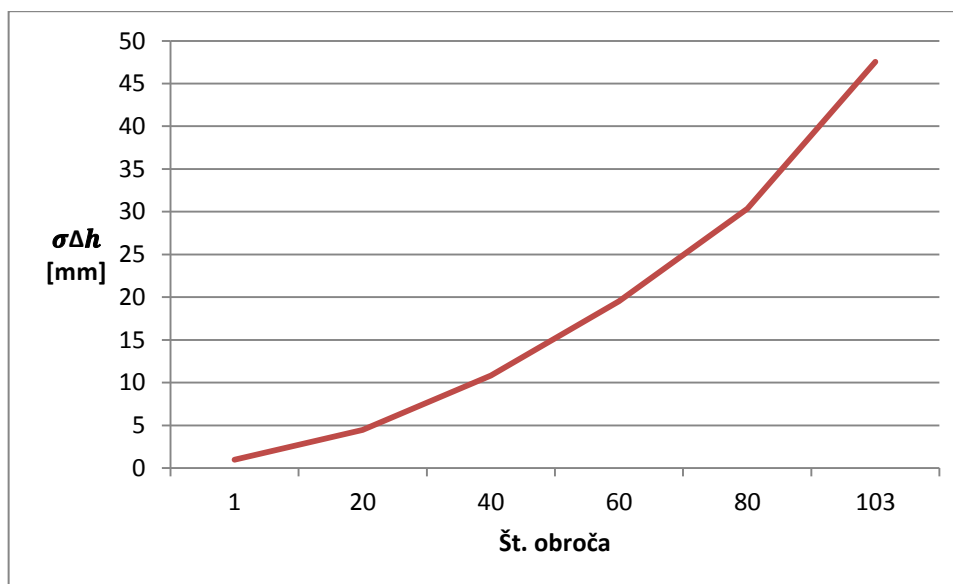
Prizma je pritrjena direktno na opaž, zato ni pogreška izmere višine signala. Pri zadnjem členu enačbe (55) upoštevamo samo natančnost določitve višine instrumenta, ki običajno znaša do 2 mm. ( $\sigma_{\Delta h(i,e)}^2 = 2 \text{ mm}$ ).

Ocene natančnosti zakoličevanja višin so podane v naslednji preglednici:

**Preglednica 5: Natančnost zakoličevanja višin**

<b>Obroč št.</b>	<b><math>\sigma_{\Delta h}</math> [mm]</b>
<b>1</b>	0.7
<b>20</b>	3.2
<b>40</b>	8.2
<b>60</b>	15.8
<b>80</b>	26.1
<b>103</b>	43.2

Grafični prikaz natančnosti zakoličevanja višin:



**Graf 1: Ocena natančnosti zakoličevanja višin**

Iz grafa je razvidno, da višinska natančnost narašča v odvisnosti od višine. V spodnjem delu, kjer so vizure še dokaj položne, je višinska natančnost še pod 1 cm. Proti vrhu hladilnega stolpa višinska natančnost narase skoraj do 5 cm.

Položajna komponenta ocene natančnosti se običajno računa po enačbah (42) in (43), kot sem opisal v poglavju 4.3. V konkretnem primeru ocene natančnosti zakoličevanja lupine hladilnega stolpa TEŠ 6 moramo izvesti izračun nekoliko drugače. Podatkov za izračun natančnosti koordinat prosto izbranega stojišča nimam na razpolago. Zato te komponente nisem mogel upoštevati in sem privzel, da je  $\sigma_{y_{PS}} = 0$  in  $\sigma_{x_{PS}} = 0$ . V večini primerov poteka zakoličevanje na nivoju geodetske mreže. Zato so vizure običajno zelo položne oz. skoraj horizontalne. Za izračun ocene natančnosti zakoličevanja se tako lahko uporabi horizontalna dolžina do zakoličene točke. V našem primeru gre pa za zakoličevanje z izjemno strmimi vizurami, zato moramo enačbe (42) in (43) ustrezno prirediti, saj sicer ne dobimo dejanskih vrednosti natančnosti.

Izhajal sem iz spodnje enačbe, pri kateri sem horizontalno dolžino zapisal s produktom poševne dolžine in kosinusom vertikalnega kota:

$$d_{\text{hor}} = d_{\text{poš}} \cdot \cos \alpha \quad (56)$$

Potrebujem natančnost horizontalne dolžine zapisano na osnovi natančnosti poševne dolžine in natančnosti vertikalnega kota. Zato enačbo parcialno odvajam:

$$\sigma_{d_{\text{hor}}} = \frac{\partial d_{\text{hor}}}{\partial d_{\text{poš}}} \cdot \sigma_{d_{\text{poš}}} + \frac{\partial d_{\text{hor}}}{\partial \alpha} \cdot \sigma_{\alpha} \quad (57)$$

Dobim enačbo za izračun natančnosti horizontalne dolžine:

$$\sigma_{d_{\text{hor}}} = \cos \alpha \cdot \sigma_{d_{\text{poš}}} + d_{\text{poš}} \cdot \sin \alpha \cdot \frac{\sigma_{\alpha}}{\rho} \quad (58)$$

Za izračun položajne ocene natančnosti moram dodati še natančnost signaliziranja in natančnost viziranja. Natančnosti centriranja ne upoštevam, ker pri prostem stojišču ne centriramo na dano točko.

Natančnost viziranja na merski letvi je odvisna od poševne dolžine do točke. Izračunam jo po spodnji enačbi:

$$\sigma_{\text{viz}} = \frac{d_{\text{poš}} \cdot \sigma_v}{\rho} \quad (59)$$

kjer za natančnost viziranja uporabim vrednost  $\sigma_v = 0.3 \text{ mgon}$  za dolžine do 50 m in 3-kratno vrednost za dolžine nad 50 m.

Natančnost signaliziranja izračunam po enačbi:

$$\sigma_s = \frac{d_{\text{poš}}}{d_o} \cdot \frac{\sigma_v}{\rho} \quad (60)$$

kjer je  $d_o$  dolžina do orientacijske točke.

Položajno oceno natančnosti razstavim na vzdolžno in prečno komponento:

$$\sigma_{T_{\text{vzd}}} = \sqrt{\left(\cos \alpha \cdot \sigma_{d_{\text{poš}}} + d_{\text{poš}} \cdot \sin \alpha \cdot \frac{\sigma_\alpha}{\rho}\right)^2} \quad (61)$$

$$\sigma_{T_{\text{pre}}} = \sqrt{\left(\frac{d_{\text{poš}} \cdot \sigma_s \cdot \sqrt{2}}{\rho}\right)^2 + \left(\frac{d_{\text{poš}}}{d_o} \cdot \frac{\sigma_v}{\rho}\right)^2 + \left(\frac{d_{\text{poš}} \cdot \sigma_v}{\rho}\right)^2} \quad (62)$$

Skupna položajna ocena natančnosti se izračuna z vsoto kvadratov vzdolžne in prečne komponente:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_{T_{\text{vzd}}}^2 + \sigma_{T_{\text{pre}}}^2} \quad (63)$$

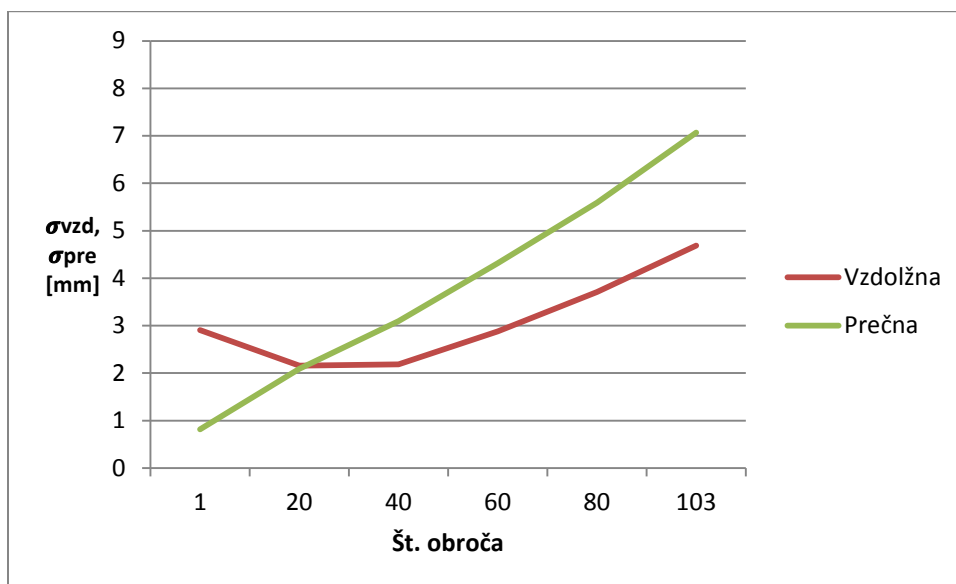
V enačbi (63) bi sicer moral upoštevati tudi natančnost določitve koordinat prostega stojišča, vendar teh podatkov nisem imel na razpolago. Privzel sem, da so koordinate prostega stojišča brez pogoška.

Rezultate izračuna prikazujem v naslednji preglednici:

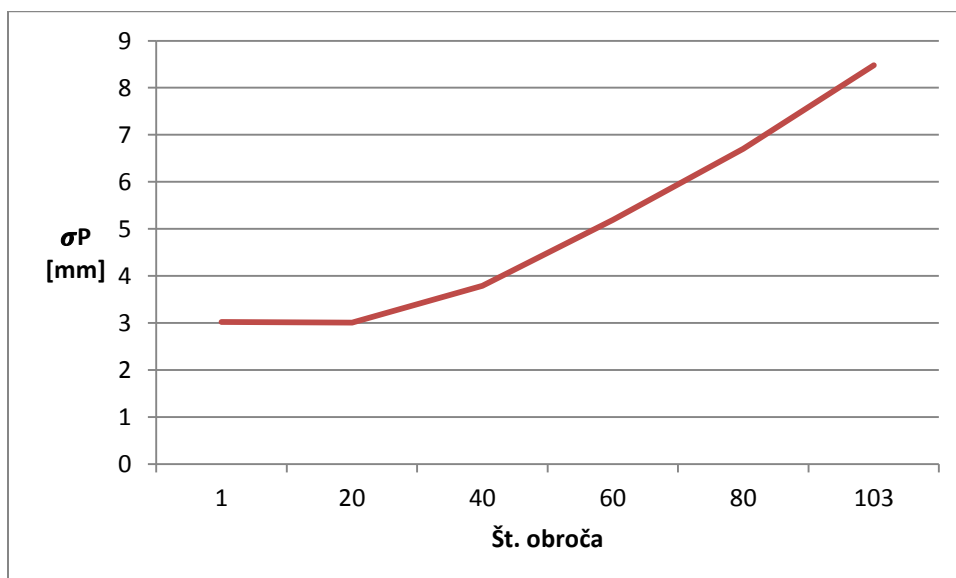
**Preglednica 6: Položajna ocena natančnosti**

Obroč št.	$\sigma_{T_{\text{vzd}}}$ [mm]	$\sigma_{T_{\text{pre}}}$ [mm]	$\sigma_p$ [mm]
1	2.9	0.8	3.0
20	2.2	2.1	3.0
40	2.2	3.1	3.8
60	2.9	4.3	5.2
80	3.7	5.6	6.7
103	4.7	7.1	8.5

Grafični prikaz položajne ocene natančnosti:



Graf 2: Ocena natančnosti v vzdolžni in prečni smeri



Graf 3: Ocena položajne natančnosti

Položajna natančnost v splošnem narašča z višino hladilnega stolpa. Graf vzdolžne komponente natančnosti kaže zanimivo sliko – natančnost se do 20. obroča povečuje, med 20. in 40. obročem je konstantna, od 40. obroča naprej pa natančnost pada. Prečna komponenta položajne natančnosti skoraj konstantno pada od spodnjega do zgornjega dela hladilnega stolpa. Pri prvem obroču je prečna komponenta natančnosti trikrat boljša od vzdolžne. Pri 20. obroču sta približno enaki, od 20. obroča

naprej je pa prečna natančnost višja od vzdolžne. Skupna položajna natančnost se giblje med 3 mm in 8.5 mm.

### **6.3.6 Rezultati**

V prilogi C se nahaja poročilo nastavitve opaža lupine hladilnega stolpa za izbrani obroč. Za vseh 47 točk na obroču sta navedeni projektirana višina in projektiran radij točke. V naslednjem stolpcu preglednice je podatek o radiju točke, pridobljen na osnovi izvedenih meritev podjetja, ki je izvajalo zakoličbo hladilnega stolpa, v predzadnjem stolpcu pa so podatki o radiju točk, pridobljeni iz meritev podjetja, ki je opravljalo nadzor. Ob omenjenih stolpcih sta še stolpca, ki prikazujeta odstopanja med izmerjenimi in projektiranimi vrednostmi radija. Največja razlika za primer 99. obroča znaša 16 mm, v povprečju pa so razlike pod 10 mm. Večjih razlik med izmerama ni, kar pomeni, da sta obe podjetji izmere opravili korektno.

## 7 ZAKLJUČEK

Cilj diplomske naloge je bil povzeti in opisati vsa geodetska dela, ki so se izvajala na hladilnem stolpu šestega bloka Termoelektrarne Šoštanj. Pri meritvah nismo sodelovali. Na razpolago smo imeli večino podatkov o geodetskih izmerah. Z izvajalcem geodetskih meritev na hladilnem stolpu smo bili v neposrednem stiku. Tako smo se dobro seznanili z načini izmer, uporabljenimi metodami, posebnostmi, problemi, s katerimi so se srečevali in rezultati, ki so jih dosegli.

Omeniti je potrebno, da je šlo za zahtevno gradnjo zelo velikega objekta. Zato je bilo zahtevno tudi geodetsko zakoličevanje. Posebnost je bila predvsem ta, da se niso zakoličevali zgolj temelji hladilnega stolpa, ampak se je zakoličeval tudi vsak posamezni obroč višine 1.5 m. To je pomenilo zakoličevanje na 104 različnih nivojih hladilnega stolpa. Vsak naslednji obroč je zahteval bolj strmo vizuro. Najvišji obroči so bili zakoličeni z naklonom vizure več kot  $80^\circ$ , saj se je stojišče instrumenta nahajalo znotraj hladilnega stolpa, blizu centra. Sicer pa ni šlo za običajno zakoličevanje, pri katerem zakoličbeno točko označimo na terenu, vendar je šlo za nastavljanje posameznih odsekov opaža na osnovi mini prizme, pritrjene na opaž. Z višino je padala tudi natančnost zakoličevanja. Vse to kaže na zahtevne pogoje in dolgotrajno izmero.

Del diplomske naloge je predstavljal izračun ocene natančnosti zakoličevanja hladilnega stolpa. Upoštevali smo vse predvidene vplive, od katerih naj bi bila odvisna natančnost zakoličevanja. Za izračun smo vzeli 3-kratno vrednost podane natančnosti merjenja dolžin in smeri. Rezultati izračuna kažejo, da je natančnost z višino padala. Položajna natančnost se je gibala znotraj 1 cm, višinska natančnost pa se je približala 5 cm na najvišjem obroču hladilnega stolpa. Splošna zahtevana natančnost zakoličevanja je bila podana s 5 cm. Ocena natančnosti se tako skoraj dotakne mejne zahtevane vrednosti.

Pri tovrstnih gradnjah je zelo pomembna dobra koordinacija med vsemi sodelujočimi v projektu. Pogosto se na tako velikih projektih lahko zgodi, da se npr. ne predvidi prostora za postavitve geodetske mreže, ki pa je za zakoličbo in geodetske kontrolne meritve nujna. Pri že stabilizirani geodetski mreži je pa problem, da jih veliko ne ve, čemu služi postavljeni betonski steber, ki materializira geodetsko mrežo. Zaščita geodetskih točk in ozaveščanje delavcev na gradbišču je nujno. Ugotovitev izvajalcev geodetskih del na projektu TEŠ 6 je tudi ta, da se pri gradnji tako kompleksnih inženirskih objektov geodetskim delom posveča veliko premalo časa. Posledično je slabša tudi kvaliteta izvedbe. V konkretnem primeru pa je problem tudi dolgotrajnost gradnje šestega bloka TEŠ zaradi težav s financiranjem projekta. Tudi to in dodatno varčevanje vpliva na kakovost izvedbe projekta.

## VIRI

Breznikar, A. 2009/2010. Geodezija v inženirstvu 1. Zapiski iz predavanj. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: loč. pag.

Breznikar, A., Koler, B. 2009. Inženirska geodezija. Gradivo za pripravo na strokovni izpit iz geodetske stroke. Ljubljana, Inženirska zbornica Slovenije, Matična sekcija geodetov – Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije: 68 str.

Dejan Baš. 2010. Blok 6 Termoelektrarne Šoštanj – Hladilni stolp, tehnično poročilo. Termoelektrarna Šoštanj: 364 str.

DOKA GmbH. 2013.

[http://www.doka.com/web/newsroom/news/Cooling\\_Tower\\_Sostanj.en.php](http://www.doka.com/web/newsroom/news/Cooling_Tower_Sostanj.en.php)

(pridobljeno 12. 01. 2013.)

DOKA Slovenija opažna tehnologija d.o.o. 2011. Opaž hladilnega stolpa, navodila za uporabo. Doka: 92 str.

Geomatika. 2013.

[http://www.geomatika.com.my/product/survey/leicalevels\\_prod/na2002.htm](http://www.geomatika.com.my/product/survey/leicalevels_prod/na2002.htm)

(Pridobljeno 12. 02. 2013.)

Holding Slovenske elektrarne. 2012.

<http://www.hse.si/si/zanimivosti/novice/2012/05/465-Gradbena-dela-lupine-hladilnega-stolpa-nadomestnega-bloka-6-pravocasno-zakljucena> (Pridobljeno 17. 10. 2012.)

HSE, TEŠ. 2009. Posodobitev in obnova Termoelektrarne Šoštanj.

<http://www.ebrd.com/pages/project/eia/40417s.pdf> (Pridobljeno 17. 10. 2012.)

Inženirska zbornica Slovenije. 2012.

[http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/strokovni\\_izpiti/msgeo/In\\_enirska\\_geodezija\\_2009.pdf](http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/strokovni_izpiti/msgeo/In_enirska_geodezija_2009.pdf)

(Pridobljeno 10. 10. 2012.)

Koler, B., Savšek, S., Ambrožič, T., Sterle, O., Stopar, B., Kogoj, D. 2010. Realizacija geodezije v geotehniki. Geodetski vestnik 54, 3: 450 – 468.

Leica Geosystems AG. 2009. Leica TPS 1200+ Series, Product Brochure, Heerbrugg, Švica.

[http://www.leica-](http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/tps/tps1200/brochures/Leica_TPS1200+_brochure_en.pdf)

[geosystems.com/downloads123/zz/tps/tps1200/brochures/Leica\\_TPS1200+\\_brochure\\_en.pdf](http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/tps/tps1200/brochures/Leica_TPS1200+_brochure_en.pdf)

(Pridobljeno 15. 01. 2013.)

Möser, M., Müller, G., Schlemmer, H., Werner, H. 2000. Handbuch Ingenieurgeodäsie – Grundlagen. Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg: 488 – 512.

Nikon. 2009. Field station NPL-632, Instruction manual, Dayton, Ohio, USA.

<http://www.accurate.net.nz/pdf/Nikon%20NPL-602%20Series%20Instruction%20Manual.pdf>

(Pridobljeno 08. 08. 2013.)

PV INVEST. 2011. Poročilo o opazovalni mreži hladilni stolp TEŠ 6.

Rudis d.o.o. 2011 – 2012. Fotografije gradbišča šestega bloka Termoelektrarne Šoštanj.

Savšek-Safić, S., Ambrožič, T., Stopar, B., Turk, G. 2003. Ugotavljanje premikov točk v geodetski mreži. Geodetski vestnik 47, 1 – 2: 7 – 17

Termoelektrarna Šoštanj. 2012. <http://www.te-sostanj.si/si/predstavitev/zgodovina> (Pridobljeno 9. 10. 2012.)

Trimble. 2007 – 2010. Trimble S8 Total Station.

[http://solutions.seilerinst.com/Portals/1/Catalog%20Items/Survey/TrimbleS8\\_DS\\_0110\\_LR.pdf](http://solutions.seilerinst.com/Portals/1/Catalog%20Items/Survey/TrimbleS8_DS_0110_LR.pdf)

(Pridobljeno 15. 01. 2013.)

Trimble. 2007. Trimble DiNi Digital Level, User Guide.

[http://www.al-top.com/sites/default/files/Trimble\\_DiNi\\_03-07\\_v02-ENG.pdf](http://www.al-top.com/sites/default/files/Trimble_DiNi_03-07_v02-ENG.pdf)

(Pridobljeno 15. 01. 2013.)

Termoelektrarna Šoštanj. 2013.

<http://www.te-sostanj.si/blok6/fotogalerija/avgust-2011> (Pridobljeno 09. 07. 2013.)



## SEZNAM PRILOG

Priloga A	IZRAVNAVA POLOŽAJNE GEODETSKE MREŽE HLADILNEGA STOLPA TEŠ 6	
Priloga A.1	1. del izmere geodetske mreže	A1
Priloga A.2	2. del izmere geodetske mreže	A5
Priloga A.3	3. del izmere geodetske mreže	A12
Priloga B	IZRAVNAVA VIŠINSKE MREŽE HLADILNEGA STOLPA TEŠ 6	B1
Priloga C	REPORT OF FORMWORK SETTING FOR COOLING TOWER SHELL – POROČILO NASTAVITVE OPAŽA LUPINE HLADILNEGA STOLPA (OBROČ 99)	C1

Ta stran je namenoma prazna.

## **PRILOGA A: IZRAVNAVA POLOŽAJNE GEODETSKE MREŽE HLADILNEGA STOLPA TEŠ 6**

### **PRILOGA A.1: 1. del izmere geodetske mreže**

Izravnava ravninske GEodetske Mreže  
Program: GEM4, ver.4.0, oktober 2005  
Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk & Zvonimir Jamšek

Datum : 30.11.2011  
Čas : 14:15

Ime datoteke s podatki:	M HS TEŠ6.pod
Ime datoteke za rezultate:	M HS TEŠ6.gem
Ime datoteke z obvestili programa:	M HS TEŠ6.obv
Ime datoteke za risanje slike mreže:	M HS TEŠ6.ris
Ime datoteke za izračun premikov:	M HS TEŠ6.koo
Ime datoteke z utežmi:	M HS TEŠ6.ute
Ime datoteke za S-transformacijo:	M HS TEŠ6.str
Ime datoteke za ProTra:	M HS TEŠ6.ptr
Ime datoteke za izpis kovariančne matrike:	M HS TEŠ6.S11
Ime datoteke za deformacijsko analizo (Hannover):	M HS TEŠ6.dah
Ime datoteke za deformacijsko analizo (Ašanin):	M HS TEŠ6.daa
Ime datoteke za lastne vrednosti :	M HS TEŠ6.svd
Ime datoteke za kvadrate popravkov opazovanj:	M HS TEŠ6.pvv

Seznam koordinat DANIH točk  
=====

Točka	Y (m)	X (m)
S1	504196.7520	136642.2400
STZ1	504116.3650	136612.5350

Vseh danih točk je : 2

Seznam PRIBLIŽNIH koordinat novih točk  
=====

Točka	Y (m)	X (m)
H1	504151.5560	136561.5840
H7	504094.7770	136574.1380
H8	504129.3120	136577.2010

Vseh novih točk je : 3

## Pregled opazovanih smeri

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Opazov. smer (stopinje)	W (")	Utež	Gr
1	S1	STZ1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
2	S1	H1	319 32 39.7	0.000	1.00	1
3	S1	H8	336 19 7.5	0.000	1.00	1
4	STZ1	S1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
5	STZ1	H8	90 9 29.2	0.000	1.00	1
6	STZ1	H7	139 37 32.5	0.000	1.00	1
7	H1	S1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
8	H1	H7	253 12 14.0	0.000	1.00	1
9	H1	H8	275 48 23.9	0.000	1.00	1
10	H7	H1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
11	H7	STZ1	286 52 39.0	0.000	1.00	1
12	H7	H8	342 27 49.5	0.000	1.00	1
13	H8	S1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
14	H8	H1	79 1 56.6	0.000	1.00	1
15	H8	H7	218 53 36.3	0.000	1.00	1
16	H8	STZ1	293 50 23.1	0.000	1.00	1

## Pregled opazovanih dolžin

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Dolžina	Du	Utež
17	S1	H1	92.4557	0.0000	1.08
18	S1	H8	93.6915	0.0000	1.07
19	STZ1	H8	37.6307	0.0000	2.66
20	STZ1	H7	44.0502	0.0000	2.27
21	H1	S1	92.4552	0.0000	1.08
22	H1	H7	58.1500	0.0000	1.72
23	H1	H8	27.1785	0.0000	3.68
24	H7	H1	58.1495	0.0000	1.72
25	H7	STZ1	44.0500	0.0000	2.27
26	H7	H8	34.6684	0.0000	2.89
27	H8	S1	93.6917	0.0000	1.07
28	H8	H1	27.1791	0.0000	3.68
29	H8	H7	34.6694	0.0000	2.88
30	H8	STZ1	37.6316	0.0000	2.66

Podan srednji pogrešek utežne enote smeri (a-priori ocena): 1.00 sekund.

Podan srednji pogrešek utežne enote dolžin (a-priori ocena): 1.000 mm.

Število enačb popravkov je	30
- Število enačb popravkov za smeri je	16
- Število enačb popravkov za dolžine je	14
Število neznank je	11
- Število koordinatnih neznank je	6
- Število orientacijskih neznank je	5
Število nadštevilnih opazovanj je	19

POPRAVKI približnih vrednosti

=====

Izravnava je izračunana klasično z normalnimi enačbami.

Točka	Dy (m)	Dx (m)	Do (")
H1	0.0000	-0.0003	-1.4
H7	0.0006	-0.0004	-0.9
H8	-0.0008	-0.0005	0.3
S1			0.0
STZ1			0.6

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
H1	504151.5560	136561.5837	0.0003	0.0002	0.0004	0.0003	0.0002	102
H7	504094.7776	136574.1376	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	179
H8	504129.3112	136577.2005	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002	0.0002	143

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 0.93865.

[pvv] = 16.7402630758

[xx] vseh neznank = 3.3468765176

[xx] samo koordinatnih neznank = 0.0000014404

Srednji pogrešek aritmetične sredine /m\_arit/ je 0.00017.

Srednji pogrešek smeri /m0\*m0\_smeri/ je 0.9387 sekund.

Srednji pogrešek dolžin /m0\*m0\_dolžin/ je 0.9387 milimetrov.

Največji položajni pogrešek /Mp\_max/ je 0.0004 metrov.

Najmanjši položajni pogrešek /Mp\_min/ je 0.0003 metrov.

Srednji položajni pogrešek /Mp\_sred/ je 0.0003 metrov.



## PRILOGA A.2: 2. del izmere geodetske mreže

Izravnava ravninske GEodetske Mreže  
Program: GEM4, ver.4.0, oktober 2005  
Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk & Zvonimir Jamšek

Datum : 30.11.2011  
Čas : 14:21

Ime datoteke s podatki:	M HS TEŠ 6 H.pod
Ime datoteke za rezultate:	M HS TEŠ 6 H.gem
Ime datoteke z obvestili programa:	M HS TEŠ 6 H.obv
Ime datoteke za risanje slike mreže:	M HS TEŠ 6 H.ris
Ime datoteke za izračun premikov:	M HS TEŠ 6 H.koo
Ime datoteke z utežmi:	M HS TEŠ 6 H.ute
Ime datoteke za S-transformacijo:	M HS TEŠ 6 H.str
Ime datoteke za ProTra:	M HS TEŠ 6 H.ptr
Ime datoteke za izpis kovariančne matrike:	M HS TEŠ 6 H.S11
Ime datoteke za deformacijsko analizo (Hannover):	M HS TEŠ 6 H.dah
Ime datoteke za deformacijsko analizo (Ašanin):	M HS TEŠ 6 H.daa
Ime datoteke za lastne vrednosti :	M HS TEŠ 6 H.svd
Ime datoteke za kvadrate popravkov opazovanj:	M HS TEŠ 6 H.pvv

Seznam PRIBLIŽNIH koordinat novih točk  
=====

Točka	Y (m)	X (m)
H1	504151.5560	136561.5837
H7	504094.7776	136574.1376
H2	504158.3070	136518.8850
H3	504137.0710	136494.7990
H4	504103.2720	136491.1510
H5	504076.3450	136512.6260
H6	504072.6050	136546.6950
H8	504129.3120	136577.2010

Vseh novih točk je : 8

## Pregled opazovanih smeri

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Opazov. smer (stopinje)	W (")	Utež	Gr
1	H1	H2	141 45 2.0	0.000	1.00	1
2	H1	H3	162 58 21.9	0.000	1.00	1
3	H1	H4	185 10 4.8	0.000	1.00	1
4	H1	H5	207 40 27.3	0.000	1.00	1
5	H1	H6	230 3 22.6	0.000	1.00	1
6	H1	H7	253 12 14.0	0.000	1.00	1
7	H1	H8	275 48 23.9	0.000	1.00	1
8	H2	H1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
9	H2	H3	230 23 25.6	0.000	1.00	1
10	H2	H4	252 14 35.3	0.000	1.00	1
11	H2	H5	274 37 11.8	0.000	1.00	1
12	H2	H6	296 57 51.6	0.000	1.00	1
13	H2	H7	320 0 0.5	0.000	1.00	1
14	H2	H8	342 32 50.9	0.000	1.00	1
15	H3	H1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
16	H3	H2	29 10 8.3	0.000	1.00	1
17	H3	H4	251 36 11.8	0.000	1.00	1
18	H3	H5	274 7 24.6	0.000	1.00	1
19	H3	H6	296 35 48.9	0.000	1.00	1
20	H3	H8	342 22 58.5	0.000	1.00	1
21	H4	H1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
22	H4	H2	28 49 32.1	0.000	1.00	1
23	H4	H3	49 24 28.5	0.000	1.00	1
24	H4	H5	274 8 25.2	0.000	1.00	1
25	H4	H6	296 39 46.8	0.000	1.00	1
26	H4	H7	319 43 24.4	0.000	1.00	1
27	H4	H8	342 24 14.5	0.000	1.00	1
28	H5	H1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
29	H5	H2	28 41 46.2	0.000	1.00	1
30	H5	H3	49 25 18.6	0.000	1.00	1
31	H5	H4	71 38 5.6	0.000	1.00	1
32	H5	H6	296 47 43.1	0.000	1.00	1
33	H5	H7	319 44 32.5	0.000	1.00	1
34	H5	H8	342 25 16.0	0.000	1.00	1
35	H6	H1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
36	H6	H2	28 39 30.5	0.000	1.00	1
37	H6	H3	49 30 48.2	0.000	1.00	1
38	H6	H4	71 46 30.0	0.000	1.00	1
39	H6	H5	94 24 47.4	0.000	1.00	1
40	H6	H7	319 36 59.8	0.000	1.00	1
41	H6	H8	342 24 4.3	0.000	1.00	1
42	H7	H1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
43	H7	H2	28 32 48.7	0.000	1.00	1
44	H7	H4	71 41 17.8	0.000	1.00	1
45	H7	H5	94 12 48.8	0.000	1.00	1
46	H7	H6	116 28 9.7	0.000	1.00	1
47	H7	H8	342 27 49.5	0.000	1.00	1
48	H8	H1	79 1 56.6	0.000	1.00	1
49	H8	H2	107 31 25.7	0.000	1.00	1
50	H8	H3	128 34 52.0	0.000	1.00	1
51	H8	H4	150 47 52.8	0.000	1.00	1
52	H8	H5	173 19 18.2	0.000	1.00	1
53	H8	H6	195 41 1.6	0.000	1.00	1
54	H8	H7	218 53 36.3	0.000	1.00	1



## Pregled opazovanih dolžin

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Dolžina	Du	Utež
55	H1	H7	58.1500	0.0000	1.72
56	H1	H8	27.1785	0.0000	3.68
57	H1	H2	43.2286	0.0000	2.31
58	H1	H3	68.3369	0.0000	1.46
59	H1	H4	85.3937	0.0000	1.17
60	H1	H5	89.7410	0.0000	1.11
61	H1	H6	80.3426	0.0000	1.24
62	H2	H1	43.2303	0.0000	2.31
63	H2	H3	32.1108	0.0000	3.11
64	H2	H4	61.6291	0.0000	1.62
65	H2	H5	82.2017	0.0000	1.22
66	H2	H6	90.1036	0.0000	1.11
67	H2	H7	84.1975	0.0000	1.19
68	H2	H8	65.1266	0.0000	1.54
69	H3	H1	68.3370	0.0000	1.46
70	H3	H2	32.1090	0.0000	3.11
71	H3	H4	33.9959	0.0000	2.94
72	H3	H5	63.2887	0.0000	1.58
73	H3	H6	82.7599	0.0000	1.21
74	H3	H8	82.7651	0.0000	1.21
75	H4	H1	85.3937	0.0000	1.17
76	H4	H2	61.6279	0.0000	1.62
77	H4	H3	33.9960	0.0000	2.94
78	H4	H5	34.4412	0.0000	2.90
79	H4	H6	63.4476	0.0000	1.58
80	H4	H7	83.4198	0.0000	1.20
81	H4	H8	89.9017	0.0000	1.11
82	H5	H1	89.7413	0.0000	1.11
83	H5	H2	82.2009	0.0000	1.22
84	H5	H3	63.2892	0.0000	1.58
85	H5	H4	34.4415	0.0000	2.90
86	H5	H6	34.2736	0.0000	2.92
87	H5	H7	64.2140	0.0000	1.56
88	H5	H8	83.5167	0.0000	1.20
89	H6	H1	80.3428	0.0000	1.24
90	H6	H2	90.1030	0.0000	1.11
91	H6	H3	82.7601	0.0000	1.21
92	H6	H4	63.4477	0.0000	1.58
93	H6	H5	34.2735	0.0000	2.92
94	H6	H7	35.2807	0.0000	2.83
95	H6	H8	64.3902	0.0000	1.55
96	H7	H1	58.1495	0.0000	1.72
97	H7	H2	84.1970	0.0000	1.19
98	H7	H4	83.4195	0.0000	1.20
99	H7	H5	64.2136	0.0000	1.56
100	H7	H6	35.2805	0.0000	2.83
101	H7	H8	34.6683	0.0000	2.88
102	H8	H1	27.1791	0.0000	3.68
103	H8	H2	65.1274	0.0000	1.54
104	H8	H3	82.7660	0.0000	1.21
105	H8	H4	89.9025	0.0000	1.11
106	H8	H5	83.5172	0.0000	1.20
107	H8	H6	64.3908	0.0000	1.55
108	H8	H7	34.6694	0.0000	2.88

Podan srednji pogrešek utežne enote smeri (a-priori ocena): 1.00 sekund.

Podan srednji pogrešek utežne enote dolžin (a-priori ocena): 1.000 mm.

Število enačb popravkov je 108  
- Število enačb popravkov za smeri je 54  
- Število enačb popravkov za dolžine je 54  
Število neznank je 24  
- Število koordinatnih neznank je 16  
- Število orientacijskih neznank je 8

Defekt mreže je 3  
Število nadštevilnih opazovanj je 87

POPRAVKI približnih vrednosti

=====  
Izravnava je izračunana klasično z normalnimi enačbami.

Točka	Dy (m)	Dx (m)	Do (")
H1	-0.0002	0.0000	-1.4
H7	-0.0001	0.0001	0.9
H2	0.0010	-0.0016	3.2
H3	0.0005	0.0007	0.7
H4	-0.0002	0.0009	1.2
H5	0.0004	0.0004	-0.5
H6	-0.0004	0.0001	-0.7
H8	-0.0010	-0.0005	-1.8

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
H1	504151.5558	136561.5837	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	155
H7	504094.7775	136574.1377	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	47
H2	504158.3080	136518.8834	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	14
H3	504137.0715	136494.7997	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	52
H4	504103.2718	136491.1519	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	125
H5	504076.3454	136512.6264	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	161
H6	504072.6046	136546.6951	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	9
H8	504129.3110	136577.2005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	124

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 0.92009.  
[pvv] = 73.6517478275  
[xx] vseh neznank = 19.2373744266  
[xx] samo koordinatnih neznank = 0.0000070526  
Srednji pogrešek aritmetične sredine /m\_arit/ je 0.00009.

Srednji pogrešek smeri /m0\*m0\_smeri/ je 0.9201 sekund.  
Srednji pogrešek dolžin /m0\*m0\_dolžin/ je 0.9201 milimetrov.

Največji položajni pogrešek /Mp\_max/ je 0.0001 metrov.  
Najmanjši položajni pogrešek /Mp\_min/ je 0.0001 metrov.  
Srednji položajni pogrešek /Mp\_sred/ je 0.0001 metrov.

PREGLED opazovanih SMERI

=====  
Smerni koti in dolžine so izračunani iz nezaokroženih koordinat.  
Smeri in smerni koti so izpisani v stopinjah.

Nova točka:	H1	Y =	504151.5558	X =	136561.5837	Orientacijski kot =	29 15 50.7
Vizura	Gr	Utež	Opazov.smer	Orient.smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
H2	1	1.00	141 45 2.0	171 0 52.7	171 0 51.4	-1.3	43.231
H3	1	1.00	162 58 21.9	192 14 12.6	192 14 13.0	0.4	68.337
H4	1	1.00	185 10 4.8	214 25 55.5	214 25 56.3	0.8	85.393
H5	1	1.00	207 40 27.3	236 56 18.0	236 56 18.2	0.2	89.741
H6	1	1.00	230 3 22.6	259 19 13.3	259 19 14.2	0.9	80.343
H7	1	1.00	253 12 14.0	282 28 4.7	282 28 4.4	-0.3	58.150
H8	1	1.00	275 48 23.9	305 4 14.6	305 4 14.0	-0.6	27.179



---

Nova točka: H8                      Y = 504129.3110                      X = 136577.2005  
Orientacijski kot = 46 2 17.7

Vizura	Gr	Utež	Opazov.smer	Orient.smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
H1	1	1.00	79 1 56.6	125 4 14.3	125 4 14.0	-0.3	27.179
H2	1	1.00	107 31 25.7	153 33 43.4	153 33 43.6	0.2	65.128
H3	1	1.00	128 34 52.0	174 37 9.7	174 37 11.1	1.4	82.765
H4	1	1.00	150 47 52.8	196 50 10.5	196 50 10.8	0.4	89.902
H5	1	1.00	173 19 18.2	219 21 35.9	219 21 34.7	-1.2	83.518
H6	1	1.00	195 41 1.6	241 43 19.3	241 43 18.5	-0.7	64.391
H7	1	1.00	218 53 36.3	264 55 54.0	264 55 54.1	0.2	34.669

## PREGLED merjenih DOLŽIN

=====

Dolžine so izračunane iz nezaokroženih koordinat  
 Multiplikacijska konstanta ni bila izračunana ( = 1).  
 Adicijska konstanta ni bila izračunana ( = 0 metra).

Od točke	Do točke	Utež dolž	Merjena dolžina	Modulirana 'Mer.*Mk+Ak	Definitivna Proj.-Du	Popravek Mod.dolž.	Projekcij. iz koo.
H1	H7	1.720	58.1500	58.1500	58.1497	-0.0003	58.1497
H1	H8	3.679	27.1785	27.1785	27.1794	0.0009	27.1794
H1	H2	2.313	43.2286	43.2286	43.2309	0.0023	43.2309
H1	H3	1.463	68.3369	68.3369	68.3366	-0.0003	68.3366
H1	H4	1.171	85.3937	85.3937	85.3931	-0.0006	85.3931
H1	H5	1.114	89.7410	89.7410	89.7409	-0.0001	89.7409
H1	H6	1.245	80.3426	80.3426	80.3428	0.0002	80.3428
H2	H1	2.313	43.2303	43.2303	43.2309	0.0006	43.2309
H2	H3	3.114	32.1108	32.1108	32.1093	-0.0015	32.1093
H2	H4	1.623	61.6291	61.6291	61.6280	-0.0011	61.6280
H2	H5	1.217	82.2017	82.2017	82.2011	-0.0006	82.2011
H2	H6	1.110	90.1036	90.1036	90.1031	-0.0005	90.1031
H2	H7	1.188	84.1975	84.1975	84.1972	-0.0003	84.1972
H2	H8	1.536	65.1266	65.1266	65.1284	0.0018	65.1284
H3	H1	1.463	68.3370	68.3370	68.3366	-0.0004	68.3366
H3	H2	3.114	32.1090	32.1090	32.1093	0.0003	32.1093
H3	H4	2.942	33.9959	33.9959	33.9960	0.0001	33.9960
H3	H5	1.580	63.2887	63.2887	63.2887	0.0000	63.2887
H3	H6	1.208	82.7599	82.7599	82.7594	-0.0005	82.7594
H3	H8	1.208	82.7651	82.7651	82.7654	0.0003	82.7654
H4	H1	1.171	85.3937	85.3937	85.3931	-0.0006	85.3931
H4	H2	1.623	61.6279	61.6279	61.6280	0.0001	61.6280
H4	H3	2.942	33.9960	33.9960	33.9960	0.0000	33.9960
H4	H5	2.904	34.4412	34.4412	34.4411	-0.0001	34.4411
H4	H6	1.576	63.4476	63.4476	63.4470	-0.0006	63.4470
H4	H7	1.199	83.4198	83.4198	83.4194	-0.0004	83.4194
H4	H8	1.112	89.9017	89.9017	89.9022	0.0005	89.9022
H5	H1	1.114	89.7413	89.7413	89.7409	-0.0004	89.7409
H5	H2	1.217	82.2009	82.2009	82.2011	0.0002	82.2011
H5	H3	1.580	63.2892	63.2892	63.2887	-0.0005	63.2887
H5	H4	2.904	34.4415	34.4415	34.4411	-0.0004	34.4411
H5	H6	2.918	34.2736	34.2736	34.2734	-0.0002	34.2734
H5	H7	1.557	64.2140	64.2140	64.2136	-0.0004	64.2136
H5	H8	1.197	83.5167	83.5167	83.5175	0.0008	83.5175
H6	H1	1.245	80.3428	80.3428	80.3428	0.0000	80.3428
H6	H2	1.110	90.1030	90.1030	90.1031	0.0001	90.1031
H6	H3	1.208	82.7601	82.7601	82.7594	-0.0007	82.7594
H6	H4	1.576	63.4477	63.4477	63.4470	-0.0007	63.4470
H6	H5	2.918	34.2735	34.2735	34.2734	-0.0001	34.2734
H6	H7	2.834	35.2807	35.2807	35.2809	0.0002	35.2809
H6	H8	1.553	64.3902	64.3902	64.3910	0.0008	64.3910
H7	H1	1.720	58.1495	58.1495	58.1497	0.0002	58.1497
H7	H2	1.188	84.1970	84.1970	84.1972	0.0002	84.1972
H7	H4	1.199	83.4195	83.4195	83.4194	-0.0001	83.4194
H7	H5	1.557	64.2136	64.2136	64.2136	0.0000	64.2136
H7	H6	2.834	35.2805	35.2805	35.2809	0.0004	35.2809
H7	H8	2.885	34.6683	34.6683	34.6691	0.0008	34.6691
H8	H1	3.679	27.1791	27.1791	27.1794	0.0003	27.1794
H8	H2	1.536	65.1274	65.1274	65.1284	0.0010	65.1284
H8	H3	1.208	82.7660	82.7660	82.7654	-0.0006	82.7654
H8	H4	1.112	89.9025	89.9025	89.9022	-0.0003	89.9022
H8	H5	1.197	83.5172	83.5172	83.5175	0.0003	83.5175
H8	H6	1.553	64.3908	64.3908	64.3910	0.0002	64.3910
H8	H7	2.884	34.6694	34.6694	34.6691	-0.0003	34.6691

**PRILOGA A.3: 3. del izmere geodetske mreže**

Izravnavna ravninske GEodetske Mreže  
 Program: GEM4, ver.4.0, oktober 2005  
 Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk & Zvonimir Jamšek

Datum : 30.11.2011  
 Čas : 14:19

Ime datoteke s podatki:	M HS TEŠ6 STJ 1.pod
Ime datoteke za rezultate:	M HS TEŠ6 STJ 1.gem
Ime datoteke z obvestili programa:	M HS TEŠ6 STJ 1.obv
Ime datoteke za risanje slike mreže:	M HS TEŠ6 STJ 1.ris
Ime datoteke za izračun premikov:	M HS TEŠ6 STJ 1.koo
Ime datoteke z utežmi:	M HS TEŠ6 STJ 1.ute
Ime datoteke za S-transformacijo:	M HS TEŠ6 STJ 1.str
Ime datoteke za ProTra:	M HS TEŠ6 STJ 1.ptr
Ime datoteke za izpis kovariančne matrike:	M HS TEŠ6 STJ 1.S11
Ime datoteke za deformacijsko analizo (Hannover):	M HS TEŠ6 STJ 1.dah
Ime datoteke za deformacijsko analizo (Ašanin):	M HS TEŠ6 STJ 1.daa
Ime datoteke za lastne vrednosti :	M HS TEŠ6 STJ 1.svd
Ime datoteke za kvadrate popravkov opazovanj:	M HS TEŠ6 STJ 1.pvv

Seznam koordinat DANIH točk  
 =====

Točka	Y (m)	X (m)
S1	504196.7520	136642.2400
STZ1	504116.3650	136612.5350

Vseh danih točk je : 2

Seznam PRIBLIŽNIH koordinat novih točk  
 =====

Točka	Y (m)	X (m)
STJ1	504230.8260	136505.4830

Vseh novih točk je : 1

Pregled opazovanih smeri  
 =====

Štev.	Stojišče	Vizura	Opazov. smer (stopinjje)	W (")	Utež	Gr
1	S1	STJ1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
2	S1	STZ1	83 42 40.1	0.000	1.00	1
3	STJ1	S1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
4	STJ1	STZ1	327 4 32.8	0.000	1.00	1
5	STZ1	S1	0 0 0.0	0.000	1.00	1
6	STZ1	STJ1	63 21 51.0	0.000	1.00	1

## Pregled opazovanih dolžin

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Dolžina	Du	Utež
7	S1	STJ1	140.9380	0.0000	0.71
8	S1	STZ1	85.6994	0.0000	1.17
9	STJ1	S1	140.9378	0.0000	0.71
10	STJ1	STZ1	156.7222	0.0000	0.64
11	STZ1	S1	85.6987	0.0000	1.17
12	STZ1	STJ1	156.7216	0.0000	0.64

Podan srednji pogrešek utežne enote smeri (a-priori ocena): 1.00 sekund.

Podan srednji pogrešek utežne enote dolžin (a-priori ocena): 1.000 mm.

Število enačb popravkov je 12  
 - Število enačb popravkov za smeri je 6  
 - Število enačb popravkov za dolžine je 6  
 Število neznank je 5  
 - Število koordinatnih neznank je 2  
 - Število orientacijskih neznank je 3  
 Število nadštevilnih opazovanj je 7

## POPRAVKI približnih vrednosti

=====

Izravnava je izračunana klasično z normalnimi enačbami.

Točka	Dy	Dx	Do
	(m)	(m)	(")
STJ1	0.0022	0.0005	-2.9
S1			-1.6
STZ1			-1.2

## IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y	X	My	Mx	Mp	a	b	Theta
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(st.)
STJ1	504230.8282	136505.4835	0.0005	0.0004	0.0006	0.0005	0.0004	55

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 0.67878.

[pvv] = 3.2251864052

[xx] vseh neznank = 12.4022766211

[xx] samo koordinatnih neznank = 0.0000050225

Srednji pogrešek aritmetične sredine /m\_arit/ je 0.00030.

Srednji pogrešek smeri /m0\*m0\_smeri/ je 0.6788 sekund.

Srednji pogrešek dolžin /m0\*m0\_dolžin/ je 0.6788 milimetrov.

Največji položajni pogrešek /Mp\_max/ je 0.0006 metrov.

Najmanjši položajni pogrešek /Mp\_min/ je 0.0006 metrov.

Srednji položajni pogrešek /Mp\_sred/ je 0.0006 metrov.





**PRILOGA B1: IZRAVNAVA VIŠINSKE GEODETSKE MREŽE HLADILNEGA STOLPA  
 TEŠ 6**



**Level Summary**  
**stebri teš**  
 12/01/2011 08:30:53

**Project Information**

Project name: stebri teš  
 Date created: 12/01/2011 08:27:23  
 Application software: LEICA Geo Office 7.0

**Line 008**

Line length: 781.7373 m  
 Method: BF  
 Start point id: S1R  
 Number of stations: 21  
 Date/time: 12/01/2011 08:15:53  
 Number of observations: 42

**Points**

Point Id	Epoch	Height [m]	Corr [m]	Delta Hgt. [m]	Point Class	Sd. Hgt. [m]
S1R	12/01/2011 09:15:54	360.2810	-	-	Control	-
1	12/01/2011 09:15:57	359.8331	0.0000	-0.4479	Measured	-
2	12/01/2011 09:16:01	359.1895	-0.0002	-0.6436	Measured	-
3	12/01/2011 09:16:05	360.0940	-0.0001	0.9045	Measured	-
STZ1	12/01/2011 09:16:09	361.1928	-	1.0988	Measured	-
4	12/01/2011 09:16:11	361.5783	-0.0001	1.4843	Measured	-
5	12/01/2011 09:16:15	363.2835	-0.0002	1.7053	Measured	-
H7	12/01/2011 09:16:18	364.5808	-	1.2973	Measured	-
H8	12/01/2011 09:16:21	364.6166	-	1.3331	Measured	-
6	12/01/2011 09:16:23	363.2783	-0.0002	-0.0052	Measured	-
H1	12/01/2011 09:16:27	364.6246	-	1.3463	Measured	-
7	12/01/2011 09:16:29	363.2958	-0.0003	0.0175	Measured	-
8	12/01/2011 09:16:33	365.0752	-0.0002	1.7794	Measured	-
9	12/01/2011 09:16:39	364.5898	-0.0002	-0.4854	Measured	-
10	12/01/2011 09:16:43	366.0291	-0.0001	1.4393	Measured	-
STJ1	12/01/2011 09:16:49	367.2827	-	1.2536	Measured	-
11	12/01/2011 09:16:51	365.9892	-0.0003	-0.0399	Measured	-
12	12/01/2011 09:16:55	364.8720	-0.0002	-1.1171	Measured	-
13	12/01/2011 09:16:59	363.3165	-0.0002	-1.5555	Measured	-
H3	12/01/2011 09:17:03	364.6566	-	1.3401	Measured	-
14	12/01/2011 09:17:05	363.3054	-0.0002	-0.0111	Measured	-
H4	12/01/2011 09:17:09	364.6137	-	1.3084	Measured	-
H5	12/01/2011 09:17:11	364.6253	-	1.3200	Measured	-
15	12/01/2011 09:17:13	363.3172	-0.0003	0.0119	Measured	-
H6	12/01/2011 09:17:17	364.6166	-	1.2994	Measured	-
16	12/01/2011 09:17:19	363.2962	-0.0003	-0.0210	Measured	-
17	12/01/2011 09:17:23	362.1510	-0.0004	-1.1451	Measured	-
18	12/01/2011 09:17:27	360.4668	-0.0004	-1.6842	Measured	-
19	12/01/2011 09:17:31	359.7120	-0.0004	-0.7548	Measured	-
20	12/01/2011 09:17:35	359.9289	-0.0005	0.2170	Measured	-
S1RA	12/01/2011 09:17:39	360.2810	-	0.3521	Control	-

## L | Measurements of Project stiebri tes Job 200 Line Line 01

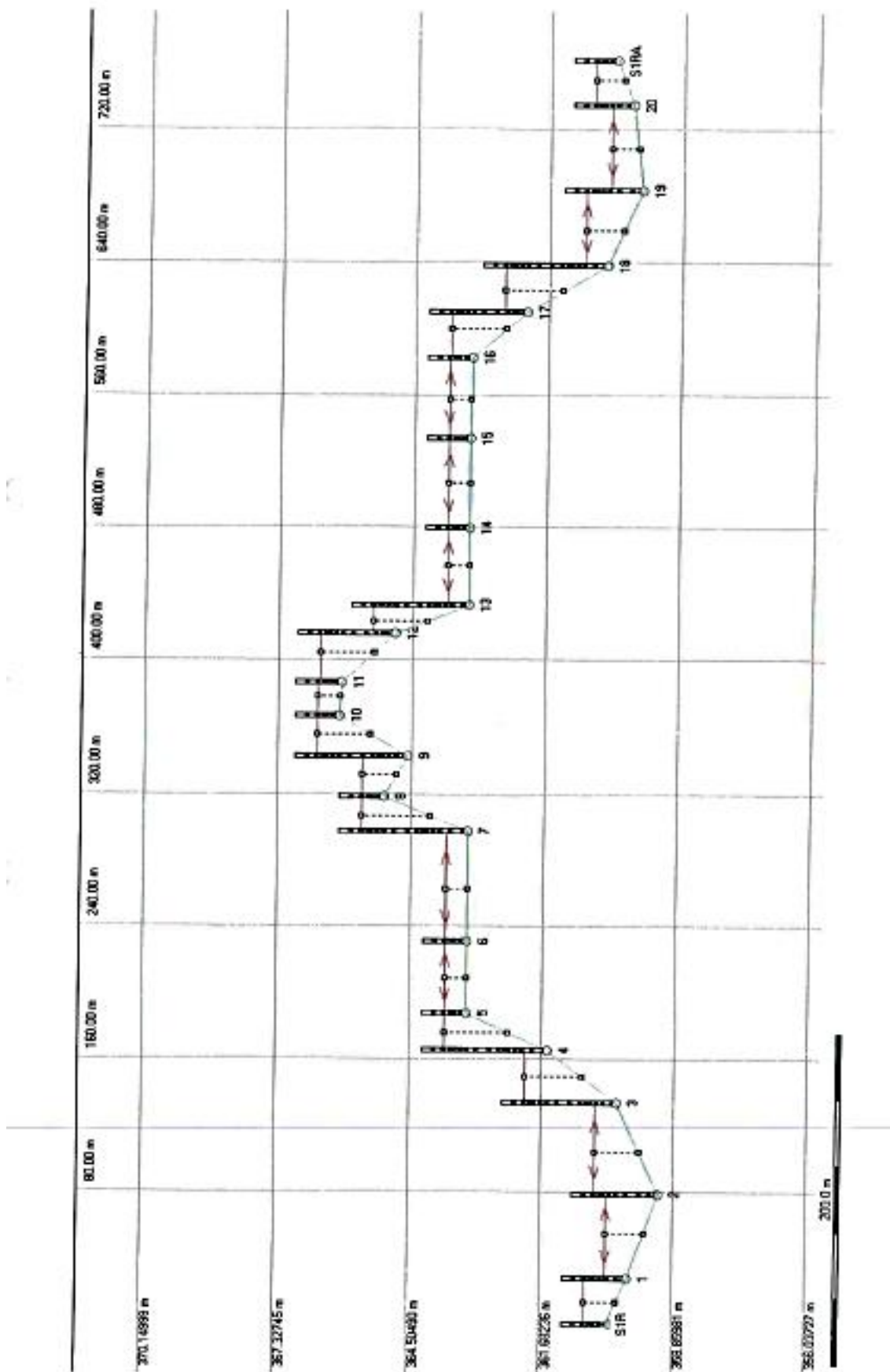
Point Id	Back	Intm.	Intrm. Type	Fore	Distance	Height	Point Class	Point Subclass
SIR	1.1189				13.40	360.2810	Control	Point Fixed in Height
SIR								
1				1.5648	14.16	359.8331	Measured	None
1	1.1953				27.11			
2				1.8388	24.03			
2	2.0012				25.17	359.1897	Measured	None
3				1.0967	29.74			
3	1.9407				15.76	360.0941	Measured	None
STJZ1		0.8419	Interm.		17.06			
STJZ1								
4				0.4564	16.12	361.1929	Measured	None
4	2.3879				10.54	361.5784	Measured	None
5				0.6826	11.28			
5	1.4941				21.41	363.2837	Measured	None
H7		0.1968	Interm.		19.62			
H7					16.30	364.5809	Measured	None
H8		0.1610	Interm.		22.06			
H8				1.4993	31.49	364.6168	Measured	None
6					10.18	363.2785	Measured	None
6	1.5636				34.90			
H1		0.2173	Interm.		9.44	364.6247	Measured	None
H1				1.5480	11.51	363.2961	Measured	None
7					13.10			
7	2.1529			0.3735	6.36	365.0754	Measured	None
8					11.80			
8	0.8055			1.2909	11.80	363.9191	Measured	None
S3		1.9618	Interm.		13.10			
S3					6.36			
9					11.80			
9	2.5663			1.1270	13.10	364.5900	Measured	None
10					11.15			
10	1.4037				10.57	366.0292	Measured	None

L 1 Measurements of Project stabri teš Job 200 Line Line 00

Point Id	Back	Intm.	Intm. Type	Fore	Distance	Height	Point Class	Point Subclass
<input type="checkbox"/> STJ		0.1498	Interm.		17.71			
<input type="checkbox"/> STJ						367.2831	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> STJ1		0.1501	Interm.		17.72			
<input checked="" type="checkbox"/> STJ1						367.2828	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 11				1.4436	8.37			
<input checked="" type="checkbox"/> 11						365.9894	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 11	1.2467				17.85			
<input checked="" type="checkbox"/> 12				2.3638	11.66			
<input checked="" type="checkbox"/> 12						364.8722	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 12	0.7867				7.47			
<input checked="" type="checkbox"/> 13				2.3422	9.48			
<input checked="" type="checkbox"/> 13						363.3167	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 13	1.5381	0.2980	Interm.		23.65			
<input checked="" type="checkbox"/> H3					4.96			
<input checked="" type="checkbox"/> H3						364.6568	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 14				1.6492	23.26			
<input checked="" type="checkbox"/> 14						363.3056	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 14	1.6430				26.81			
<input checked="" type="checkbox"/> H4		0.3346	Interm.		10.20			
<input checked="" type="checkbox"/> H4						364.6139	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> H5		0.3230	Interm.		25.25			
<input checked="" type="checkbox"/> H5						364.6256	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 15				1.6311	27.06			
<input checked="" type="checkbox"/> 15						363.3175	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 15	1.5611				23.79			
<input checked="" type="checkbox"/> H6		0.2617	Interm.		10.28			
<input checked="" type="checkbox"/> H6						364.6169	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 16				1.5821	25.06			
<input checked="" type="checkbox"/> 16						363.2965	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 16	1.3184				17.26			
<input checked="" type="checkbox"/> 17				2.4635	10.43			
<input checked="" type="checkbox"/> 17						362.1514	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 17	0.5853				12.60			
<input checked="" type="checkbox"/> 18				2.2695	15.65			
<input checked="" type="checkbox"/> 18						360.4672	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 18	0.8218				20.69			
<input checked="" type="checkbox"/> 19				1.5786	24.19			
<input checked="" type="checkbox"/> 19						359.7124	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 19	1.5385				25.01			
<input checked="" type="checkbox"/> 20				1.3215	26.31			
<input checked="" type="checkbox"/> 20						359.9294	Measured	None
<input checked="" type="checkbox"/> 20	1.6194				15.48			

## L I Measurements of Project stebr1 teš Job 200 Line Line 00

Point Id	Back	Intrm.	Intrm. Type	Fore	Distance	Height	Point Class	Point Subclass
<input checked="" type="checkbox"/> S1RA				1.2673	11.79			
<input checked="" type="checkbox"/> S1RA						360.2815	Measured	None



Ta stran je namenoma prazna.

**PRILOGA C1: REPORT OF FORMWORK SETTING FOR COOLING TOWER SHELL –  
POROČILO NASTAVITVE OPAŽA LUPINE HLADILNEGA STOLPA (OBROČ 99)**



primorje d.d. družba za gradbeništvo, inženiring in druge poslovne storitve  
5270 AJDOVŠČINA, VIFAVSKA CESTA 3  
telefon 05 36-90-491 telefaks 05 36-90-800  
**geodetska služba / geodetic department**



Koroška cesta 62b, 3320 Volanje, Slovenija  
tel: +386 3 899 66 40, fax: +386 3 899 66 35  
e-mail: info@pvinvest.si, www.pvinvest.si  
Matična številka: 3099927000  
ID za DDV: SI64059649

**REPORT OF FORMWORK SETTING FOR COOLING  
TOWER SHELL - POROČILO NASTAVITVE OPAŽA  
LUPINE HLADILNEGA STOLPA**

Številka: 99/HS/SM

Datum: 30.3.2012

Objekt: BLOK 6 V TE ŠOŠTANJ – LUPINA HLADILENGA STOLPA

Obroč - ring: 99

OZNAKA	HP[m] merj.	RP[m] proj.	RP[m] merj. PV	ΔRP[mm] PV	RP[m] merj. PA	ΔRP[mm] PA
1	146.562	29.265	29.278	13	29.281	16
2	146.583	29.265	29.281	15	29.280	14
3	146.583	29.265	29.272	6	29.276	10
4	146.582	29.265	29.277	12	29.274	9
5	146.605	29.266	29.274	8	29.278	12
6	146.619	29.267	29.277	10	29.276	9
7	146.617	29.267	29.276	9	29.278	11
8	146.618	29.267	29.269	2	29.269	2
9	146.613	29.266	29.271	5	29.271	5
10	146.610	29.266	29.270	4	29.266	0
11	146.624	29.267	29.275	8	29.278	11
12	146.660	29.268	29.268	0	29.267	-1
13	146.604	29.266	29.274	8	29.272	6
14	146.612	29.266	29.268	1	29.267	0
15	146.606	29.266	29.269	3	29.273	7
16	146.604	29.266	29.272	5	29.273	6
17	146.604	29.266	29.268	2	29.268	2
18	146.594	29.266	29.266	0	29.267	1
19	146.595	29.266	29.271	6	29.268	3
20	146.601	29.266	29.273	7	29.271	5
21	146.661	29.268	29.279	11	29.279	11
22	146.679	29.269	29.275	6	29.274	5
23	146.683	29.269	29.278	9	29.279	10
24	146.681	29.269	29.275	6	29.277	8
25	146.713	29.270	29.278	8	29.281	11
26	146.677	29.269	29.275	6	29.277	8
27	146.680	29.269	29.275	7	29.278	10
28	146.710	29.270	29.276	6	29.276	6
29	146.702	29.269	29.274	5	29.277	8
30	146.683	29.269	29.276	7	29.273	4
31	146.677	29.269	29.276	8	29.277	9
32	146.678	29.269	29.275	6	29.279	10
33	146.691	29.269	29.274	5	29.271	2

34	146.686	29.269	29.274	5	29.270	1
35	146.683	29.269	29.277	9	29.276	8
36	146.694	29.269	29.274	5	29.271	2
37	146.716	29.270	29.270	0	29.269	-1
38	146.682	29.269	29.267	-1	29.269	1
39	146.684	29.269	29.273	4	29.276	7
40	146.686	29.269	29.275	6	29.272	3
41	146.682	29.269	29.280	12	29.282	14
42	146.674	29.268	29.281	13	29.279	11
43	146.681	29.269	29.269	1	29.271	3
44	146.699	29.269	29.275	6	29.274	5
45	146.691	29.269	29.271	2	29.271	2
46	146.648	29.268	29.270	2	29.272	4
47	146.581	29.265	29.269	4	29.272	7

Geodetska služba Primorje d.d.

Nadzor: PV INVEST d.o.o.

Saša MATIJEVIČ, geod. teh.

Aleš Zavbi, inž. rud.

