

PRIMJENA TERESTRIČKE FOTOGRAMetriJE U GEOLOGIJI

Selešković Faruk, dipl. inž.
asistent Gradj. fakulteta Sarajevo

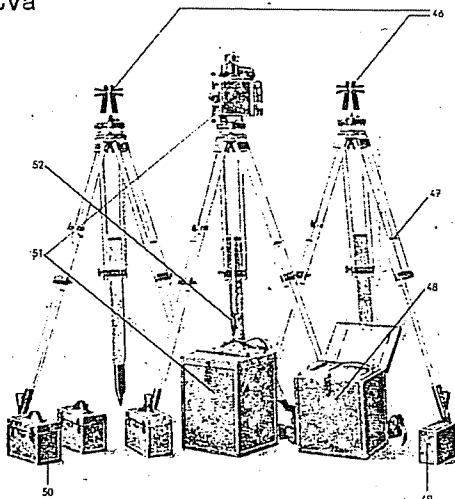
U okviru regionalno inženjersko-geološkog istraživanja u sklopu projekata JUŽNI JADRAN, MAKARSKO PRIMORJE I SJEVERNA BOSNA, za Zavod za inženjersku geologiju i hidrogeologiju Gradjevinškog fakulteta u Sarajevu, izvršio sam niz snimanja terestričkom fotogrametrijom.

Predmet snimanja su lokalnosti koje su, eventualno, podložne promjenama i pomjeranjima tla različitog porijekla, izazvanih dejstvom vanjskih (egzogenih) ili unutarnjih (endogenih) sila, ili dejstvom jednih i drugih.

Svrha tog fotogrametrijskog snimanja je s jedne strane, dobivanje mogućnosti geološke interpretacije snimljenog terena na modelu dobivenom stereoskopskim posmatranjem, a s druge strane, uzastopnim fotogrametrijskim snimanjem u odredjenim vremenskim intervalima i izradom krupno-razmjernih planova (restitucijom), praćenje pomjeranja tla na tim lokalnostima.

Snimanje je vršeno priborom za terestričku fotogrametriju firme Zeiss iz Jene, koji sadrži (slika 1.):

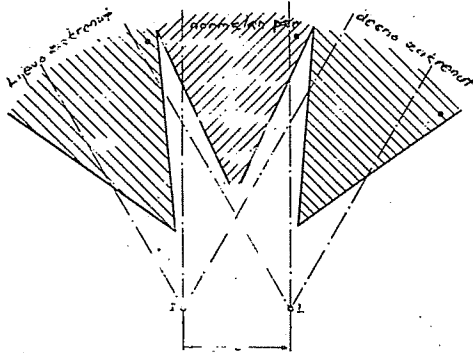
- photo 19/1318 u drvenoj kutiji (51)
- 24 drvene kasete u drvenoj kutiji (48)
- pribor za terensku rektifikaciju (49)
- tri postolja (Dreifuss) sa signalnim markicama u drvenim kutijama (50)
- tri stativa u platnenim futrolama (47)
- tahimetar-teodolit (Theo 020 ili 010) u drvenoj kutiji
- bazisna letva



Slika 1

Projektovanje snimanja

Prije izlaska na teren vrši se projektovanje snimanja na karti. Nanose se stajališta (snimališta) i znajući horizontalni zahvatni ugao fototeodolita od 50g, planiraju vrste snimanja (normalne osi snimanja na bazu, desno ili lijevo zakošene osi snimanja do 35g), da bi se teren što bolje obuhvatio. Pri tome se nastoji da su osi snimanja u jednom paru međusobno paralelne, (sl.2). Definitivno rekognosciranje vrši se na terenu.



Slika 2.

Usljed nedostatka odgovarajućih karata, a i uslijed potrebe da se na terenu odaberu najkarakterističnije lokalnosti (klimzišta, jaružanja i sl.), prethodno projektovanje snimanja na kartama nije vršeno.

Izbor baze i kontrolnih tačaka

Konačni izbor baze (snimališta) vrši se direktno na terenu, prema konkretnim uslovima vodeći računa da je najpovoljnija dužina baze od $1/3$ do $1/20$ odstojanja od baze, terena koji se snima, tj. da se zadovolji nejednačina:

$$\frac{d_{\max}}{20} < b < \frac{d_{\min}}{3},$$

iz razloga što takav odnos daje mogućnost normalne restitucije. To je uobičajeni kriterij u terestričkoj fotogrametriji.

Medjutim, iskustvo pokazuje da u konkretnom slučaju snimanja u svrhu praćenja pomjeranja tla, ti odnosi ne zadovoljavaju i da bi veličina baze trebala biti od $1/3$ do $1/12$ udaljenosti snimanog terena, da bi se restitucija vršila bez teškoća i optimalne tačnosti.

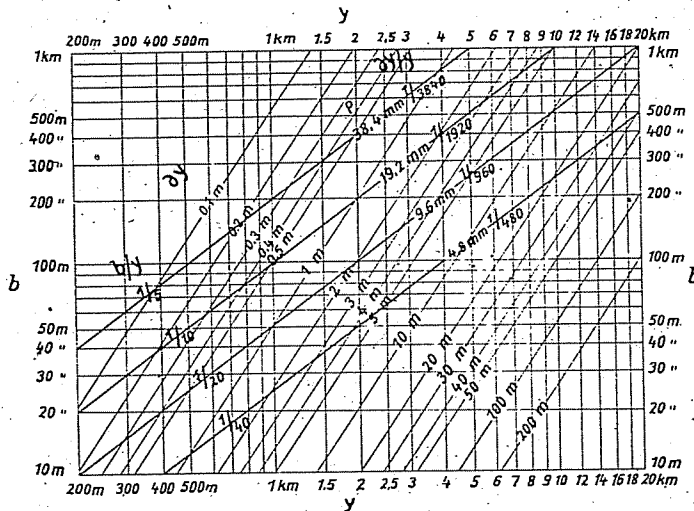
Prilikom odredjivanja veličine baze dobro nam posluži dijagram

firme Zeiss za Fhotheo 19/1318, koji je prikazan na slici 3.

Po jednoj osovini su nanešene vrijednosti y (odstojanje od baze okomito na bazu), a po drugoj veličine baze. U presjeku horizontalne linije odabrane baze b i vertikalne linije odredjenog odstojanja od baze y , očitavamo grešku odstojanja dy , a moguće je očitati i relativnu pogrešku dy/y .

Primjer: za $b = 50 \text{ m}$ i $y = 300 \text{ m}$ $dy = 0,10 \text{ m}$;
 " " " $y = 400 \text{ m}$ $dy = 0,18 \text{ m}$;
 " " " $y = 500 \text{ m}$ $dy = 0,26 \text{ m}$ itd.

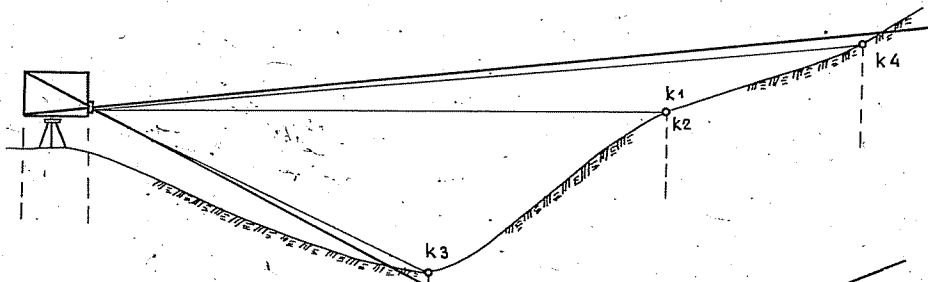
Općenito, kod restitucije u terestričkoj fotogrametriji, srednja greška odstojanja treba da je manja od $0,2 \text{ mm}$ u razmjeri kartiranja, što uz tačan rad prilikom snimanja i upotrebu savremenih instrumenata za restituciju nije teško postići.



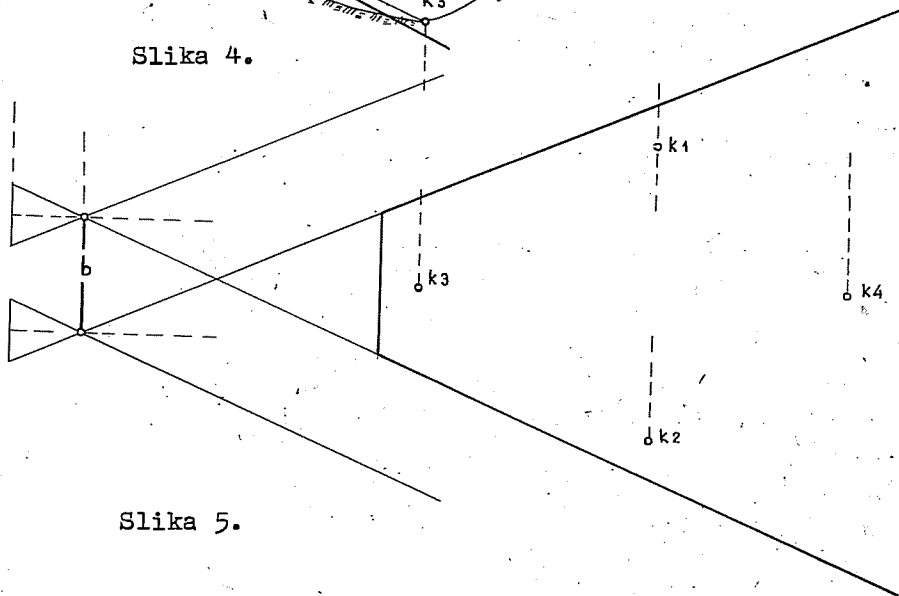
Slika 3.

Obzirom da su vršena višestruka snimanja u određenim vremenskim intervalima u svrhu praćenja pomjeranja tla, krajnje tačke baze (snimališta) stabilizovane su betonskim belegama $20 \times 20 \times 60 \text{ cm}$, radjenim drvenim kalupima na licu mjesta.

Na svakoj snimanoj lokalnosti odabirane su najmanje po četiri kontrolne tačke i to, na prednjem (k_3) i zadnjem (k_4), te na lijevom (k_1) i desnom (k_2) kraju snimanog terena (sl.5). Kontrolne tačke na lijevom (k_1) i desnom (k_2) kraju snimanog terena postavljene su po mogućnosti u horizont snimališta (sl.4).



Slika 4.



Slika 5.

U pravilu na kontrolne tačke su postavljene table različitih veličina, već prema udaljenosti od baze. Table na kontrolnim tačkama su pričvršćivane na letve koje su zabijene u zemlju. Površina table je dijagonalama djeljena na četiri polja, koja su naizmjenično bojena crnom i bijelom bojom.

Iznimno, tamo gdje je teren bio izrazito nepristupačan i gdje bi postavljanje tabli na kontrolne tačke predstavljalo opasnost za ljudstvo i iziskivalo veliki gubitak vremena, birane su prirodne kontrolne tačke.

Pošto su snimanja vršena u svrhu praćenja pomjeranja tla, od velike je koristi za restituciju, da imamo nepromjenjene (stabilne) kontrolne tačke prilikom uzastopnih snimanja. U tu svrhu su nerijetko kontrolne tačke crtane na objektima ili stijenama, te prilikom svakog ponovnog snimanja obnavljane crnom i bijelom bojom.

Postupak mjerenja i snimanja

Kod snimanja terestričkom fotogrametrijom u svrhu dobivanja podloge u državnom koordinatnom sistemu, koordinate lijevog stajališta (snimališta) se određuju od poznatih (okolnih) trigonometrijskih tačaka, presjecanjem nazad. U tu svrhu se izvrše potrebna opažanja.

U slučaju da se snimanje vrši u lokalnom (samostalnom) koordinatnom sistemu, lijevom se stajalištu (snimalištu) daju proizvoljne koordinate, na primjer:

$$\begin{aligned} y &= 1000,00 \\ x &= 1000,00 \\ z &= 100,00 \end{aligned}$$

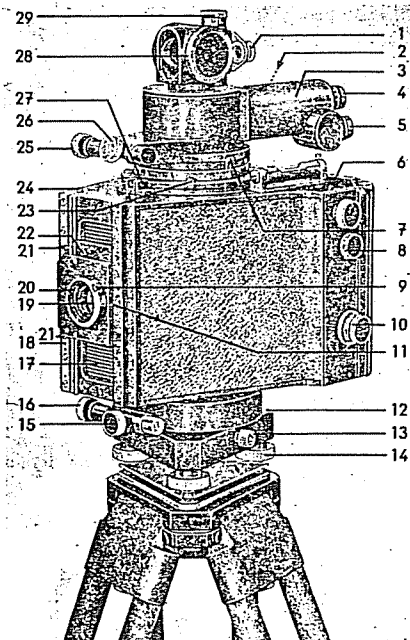
Daljnji postupak je slijedeći:

1. Sa lijevog stajališta se izvrši opažanje horizontalnih i vertikalnih uglova na desno stajalište i sve kontrolne tačke;
2. Sa lijevog stajališta (snimališta) se određenim postupkom, (koji će u daljnjem tekstu biti detaljno objašnjen), izvrši snimanje detalja fototeodolitom;
3. Sa desnog stajališta (snimališta) se izvrše sve vrste snimanja sa fototeodolitom;
4. Sa desnog stajališta se izvrši opažanje horizontalnih i vertikalnih uglova, na lijevi kraj baze i sve kontrolne tačke;
5. Direktnim mjerenjem pantljkicom ili priborom za poligonometriju izmjeri se dužina baze.

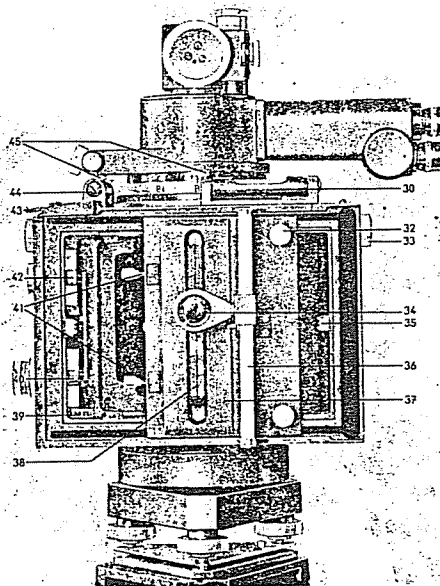
Na temelju opažanja horizontalnih uglova sa lijevog i desnog stajališta i dužine baze, presjecanjem naprijed, sračunaju se koordinate kontrolnih tačaka, a na osnovu vertikalnih uglova, trigonometrijskim nivelmanom, kote desnog stajališta i kontrolnih tačaka, u odnosnom koordinatnom sistemu.

Obzirom, da su ova snimanja medju prvim masovnijim radovima terestričke fotogrametrije u SR Bosni i Hercegovini, mislim da je od koristi da se navede detaljnije, slijedeći postupak sa fototeodolitom (brojevi u zgradama su brojevi dijelova

fortoteodolita prikazanih na slikama 6 i 7):



Slika 6.



Slika 7.

1. Na snimalištima A i B postavimo stativne, na mekanom terenu na kočiće pobijene u zemlju, a kod jakog vjehra opteretimo ih kamenjem. Na stativne postavimo postolja (Dreifuss) za prinudno centrisanje fototeodolita, odnosno markica (12).
2. Na snimalištu A postavimo fototeodolit, te ga horizontiramo. Visinu od belege do objektiva u položaju u kojem će se snimati izmjerimo (objektiv mora biti već pomjeren gore ili dole ukoliko će se snimati sa spuštenim, odnosno dignutim objektivom).
3. Na snimalištu B postavi se markica i izmjeri visina iste.
4. Pomoću viska se ispita horizontalnost obrtne osovine prizme ispred objektiva durbina.
5. Sa oba gornja zavrtnja (33), slikovni okvir sa mutnim staklom odvojimo od slikovne ravnine. Pritiskom na osigurač (43) okvir sa mutnim staklom izvučemo iz slikovnog okvira. Sa oba zavrtnja 33 ponovo dovedemo slikovni okvir u slikovnu ravan.

Na odgovarajuće mjesto se zavrtnjima (32) pričvrsti uređaj kojim dovodimo vizuru durbina i optičku os fotokamere u jednu vertikalnu ravninu, kod očitavanja horizontalnog kruga 0,00 gradi.

Rektifikacija se vrši zavrtnjima 27, pošto se otpuste zavrtnji 23.

6. Kada završimo rektifikaciju, zavrtnji 23 se ponovo pritegnu, a uređaj za rektifikaciju se skine. Okvir sa mutnim staklom se ponovo vrati na svoje mjesto.
7. Prema vrsti snimanja, na horizontalnom krugu zauzmemo očitavanje:

	na lijevom snimalištu (A)		na desnom snimalištu (B)
	100/300	←normalni snimak→	300/100
	65/265	←lijevo zakošenje→	265/65
	135/335	←desno zakošenje→	335/135

(kod zakošenih snimaka može se odabrati i drugi ugao zakošenja, ali poželjno je da bude isti na snimalištima A i B, dok ne treba da je isti za lijevo i desno zakošenje.)

8. Gledajući kroz mutno staklo, zauzmemo željeni položaj objektiva i uklanjamo drveće, žbunje ili nešto drugo što zaklanja sliku.
9. Provjerimo da li je poklopac na objektivu.
10. Okvir kasete odmaknemo iz slikovne ravnine obrtanjem oba zavrtnja 33 pa izvučemo okvir sa mutnim staklom.
11. U okvir kasete uvučemo kasetu sa fotopločom, te u zapisnik zapišemo broj kasete i vrstu snimka.
12. Sa lijeve strane fotokamere na zavrtnju 8 namjestimo oznaku za vrstu snimka: AL, A ili AR za lijevo snimalište (A), odnosno BL, B ili BR za desno snimalište (B). Na zavrtnju 10 namjesti se broj baze. Sve te podatke upišemo u zapisnik.
13. Poklopac kasete se izvuče, a okvir kasete se zavrtnjima 33 dovede u slikovnu ravan.
14. Fototeodolit se precizno horizontira.
15. Svjetlomjerom ili tabelom exponaža za Photo 19/1318, odredimo vrijeme exponaže. Tabela se koristi na slijedeći način:

- u tabeli I, za dnevno vrijeme izraženo u satima i određeni mjesec odredimo faktor a,
- u tabeli II, za obrašćenost terena i količinu svjetla (ovisno o naoblaci), odredimo faktor b,
- u tabeli III, za zbir faktora a i b (a+b), pročita se exponaža.

Tabela exponaža za fototeodolit 19/1318

Blendé 1:25; Filter G 3; Agfa-Topoplatten: orthochromatisch 3^o Sch.

I. Dnevno igodišnje vrijeme (sredinom mjeseca)

Prije podne	Poslije podne	Jan. Dec	Feb. Nov.	Mart Okt.	April Sept.	Maj August	Jun Jul
6... 8	16...18	a=22	17	11	7	5	5
8...10	14...16	9	7	5	3	2	1
10...12	12...14	7	5	3	2	1	0

II. Teren i vrijeme

Teren	Nebo		
	vedro	svijetlo oblačno	tamna oblačno
Snježno bijelo	b = 3.	6	9
Neobraslo	5	8	11
Obraslo	7	10	13

III. Ekspozicija u sekundama

a + b	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0,5	1	1	1	2	2	2	3	4
10	5	6	8	10	12	16	20	25	31	40
20	50	65	80	100	125	160	200	250	310	400

Tabela 1.

Primjer primjene tabele 1.:

Snima se u 9 sati, u mjesecu novembru, teren je neobraslo, a nebo je svjetlo oblačno (difuzno).

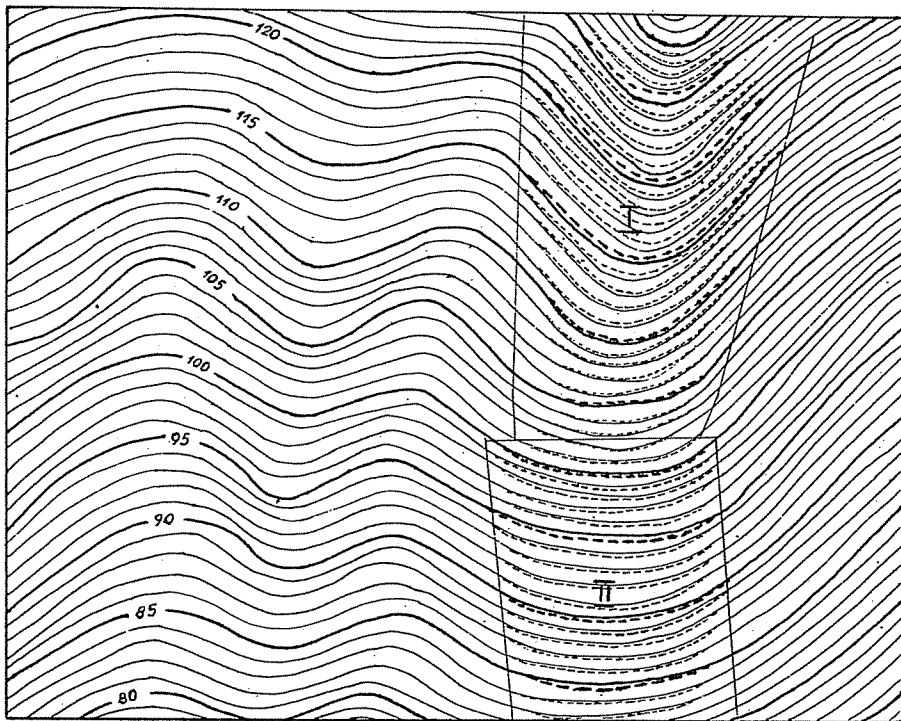
U tabeli I, za vrijeme od 8-10 (14-16) sati i mjesec novembar (februar), faktor a=7;

U tabeli II, za neobraslo teren i svjetlo oblačno (difuzno) nebo, faktor b=8;

U tabeli III, za a+b=7+8=15, nalazimo exponažu 16 sekundi. Kako u uputstvu za rad sa instrumentom Photheo 19/1318 uz tabelu 1 stoji, potrebno je, kod snimanja od sjevera i kod jakih sjena exponažu dobivenu iz tabele 1. nešto povećati.

16. Na horizontalnom krugu prekontroliramo koincidenciju, u durbinu tačnost viziranja na drugi kraj baze i sa polja slike uklanjamo sve osobe.

17. Eksponiramo ploču.
18. Okvir kasete, zavrtnjima 33, odmaknemo iz slikovne ravnine, uvučemo poklopac kasete i izvučemo kasetu.
19. U zapisnik upišemo podatke o eksponaži, satu i datumu snimanja, vremenskim prilikama i sl.
20. Ponavljajući tačke od 8 do 20, izvršimo eventualno snimanje ostalih vrsta snimaka sa te stanice, a potom premjestamo fototeodolit na drugo snimalište, strogo vodeći računa da vrijeme između snimanja sa jednog i drugog kraja baze bude minimalno, da nebi došlo do promjene uslova snimanja (promjena osvjetljenja, sjena i sl.).



Slika br.8.

Na sl.8. prikazan je primjer uporedjivanja (preklapanjem) dvostrukog snimanja, u vremenskom intervalu od godinu dana, područja u flišnoj sjeni, gdje se očituje geološki fenomen jaružanja.

Slojnice prvog snimanja izvučene su punim linijama, a dijelovi slojnice drugog snimanja, koje su odstupile od slojnice prvog snimanja, iscrtane su crtkano.

Tu se pod utjecajem atmosferilija stvaraju drobine, a nakon toga pod utjecajem denudacije (spiranja) premještanje materijala, iz zone I (zona odnošenja) u zonu II (zona akumulacije).

Korištena literatura: Braum: Elementarna fotogrametrija, Zgb.1969.g.
 Zeller: Photogrammetrie
 Upustvo za rad sa Photo 19/1318
 Zeiss Jena
 Kompendium I - Carl Zeiss Jena

DO VISBADENA I NAZAD

Šober Željka

Podružnica G.I.G.-a Sarajevo pokušala je septembra ove godine da organizira stručnu ekskurziju, odnosno posjetu izložbi otvorenoj povodom XIII kongresa Međunarodnog udruženja geodeta u Visbadenu. Medjutim prijavio se je tako mali broj kolega da nismo mogli zakupiti cijeli autobus. U posljednji čas uspjeli smo da u saradnji sa društvom G.I.G.-a SR Slovenije, a preko putničke agencije "Kompas" i našeg "Putnika", ipak organiziramo putovanje za prijavljenih 20 učesnika iz naše Republike.

Polazna tačka našeg putovanja bilo je Sarajevo. Naime autobus, do pola zakupljen od Slovenaca polazio, je iz Ljubljane, a mi smo se sakupljali u poslovnom vozu Sarajevo-Zagreb. Neke kolege su ušle u voz već u Sarajevu, a neki u Zenici, B. Luci, Prijedoru. No na kraju smo se ipak svi sakupili i iz Ljubljane krenuli u jutro u 6 sati. Vrijeme nas je odlično služilo, pa je putovanje bilo lijepo. Našu granicu prešli smo kod Pokorena, zatim smo se vozili preko Austrije putem koji Alpe prelazi na prelazu zvanom "Kačberg-pas". U davna vremena tim putem su se služili Rimljani, tako da i danas ima sačuvan još po neki rimski mrljokaz, sav uglačan od dodira ljudskih ruku. Isti dan navečer stižemo u Nirnberg, lijepi srednjevjekovni grad, gdje smo imali organiziranu večeru i spavanje. Ujutro