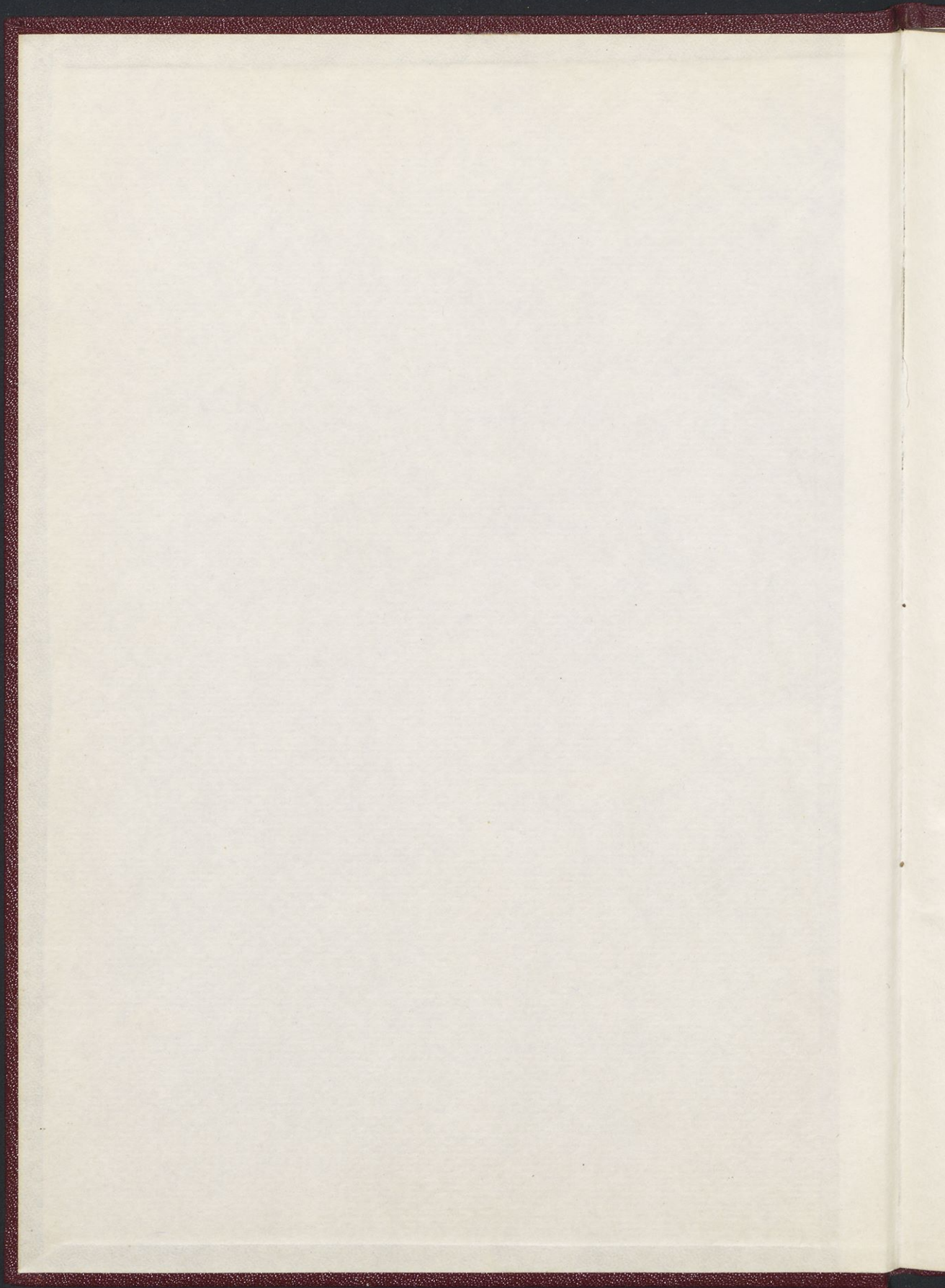


MILOD BORTSA KIDRIČA  
HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRB

Danilo Furlan  
ŠTUDIJA O MAKSIMALNIH  
SNEŽNIH OBTEŽBAH

LJUBLJANA  
1979





231/145-6P

Inv. It. 2060







HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRS

L J U B L J A N A

Danilo Furlan

Š T U D I J A O M A K S I M A L N I H  
S N E Ž N I H O B T E Ž B A H

Ljubljana, september 1970.







I.

K A Z A L O

I.

UVOD

- A. Značaj in cilji študije
- B. Dokumentacija
  - 1. Opazovanja višin snežne odeje
  - 2. Opazovanja teže snežne odeje

II.

SPECIFIČNE ANALIZE SNEŽNE ODEJE

- A. Višina snežne odeje kot odsev klimatskih razmer
  - 1. Vpliv temperaturnih zakonitosti
  - 2. Vpliv splošnih padavinskih razmer
- B. Prostorska razporedba višin novozapadlega snega
  - 1. Enodnevne maksimalne snežne padavine
  - 2. Dvo in trodnevne maksimalne snežne padavine
- C. Razmerje med višino in težo snežne odeje
  - 1. Gostota snežne odeje ob njeni maksimalni višini
  - 2. Gostota snežne odeje ob njeni maksimalni teži
  - 3. Kombinirana gostota snežne odeje



## II.

- D. Ekstrapolacije
  - 1. Stopnja reprezentativnosti 20 letnega niza 1948 - 1968
  - 2. Rezultati, dobljeni z uporabo Štefanove formule
    - a. Utemeljenost uporabe formule
    - b. Rezultati
  - 3. Uporaba Rubinsteinove metode
    - a. Utemeljitev metode
    - b. Osnovne značilnosti v razporedbi maksimalnih snežnih razmer (dokumentacija po Rubinsteinu)

## III.

### ANALIZA VETROVNIH RAZMER

- A. Dokumentacija
- B. Razdelitev Slovenije v jakostna področja

## IV.

### SKLEP



### III.

#### SEZNAM GRAFIKON, TABEL IN KART

##### Grafikoni

	stran
Gr. 1. Enodnevne maksimalne snežne padavine . . . . .	6
Gr. 2. Dvo- in trodnevne maksimalne snežne padavine . . . . .	8
Gr. 3. Maksimalna višina in ustrezna teža snežne odeje . . . . .	11
Gr. 4. Maksimalna teža in ustrezna višina snežne odeje . . . . .	12
Gr. 5. 5 letne drseče sredine letnih : maksimalnih višin snežne odeje v Ljubljani . . . . .	16
Gr. 6. Zaporedne srednje vrednosti maksimalnih višin snežne odeje v Ljubljani . . . . .	17

##### Tabele

Tab. 1. Razmerje med višino in težo snežne odeje . . . . .	14
Tab. 2. 50 in 100 letne. maksimalne višine snežne odeje v Sloveniji..	25
Tab. 3. Maksimalne dnevne jakosti vetra v dneh po maksimalni višini snežne odeje . . . . .	30

##### Karte

K. 1. Karta maksimalnih snežnih obtežb v Sloveniji . . . . .	26
--	----





I.

U V O D

A. Značaj

Visoka ~~zimna~~ <sup>snežna</sup> odeja v zimskih mesecih 1952 in 1969 je povzročila mnogo škode. Zrušene strehe so bile znak za revizijo obstoječega normativa o dimenzioniranju strešnih konstrukcij. Do zime 1952 je veljala kot osnova obtežba 80 kg/m<sup>2</sup>, po tem letu pa jemljejo projektanti kot osnovo 125 kg/m<sup>2</sup>, vendar brez ustreznega predpisa.<sup>(1)</sup> V februarju 1952 je dosegla obtežba 268 kg/m<sup>2</sup>.

V letu 1969 je bila nova vrednosti 125 kg/m<sup>2</sup> zopet preokračena. Zato je postalo vprašanje pravilnejšega dimenzioniranja ponovno aktualno. Pokazalo se je kot neodložljivo, rešiti ta problem za celotno Slovenijo in ne le za Ljubljano, to se pravi, upoštevati našo klimatsko raznolikost, ki se kaže med drugim tudi v različni debelini snežne odeje, tako poprečne, kot tudi ekstremne. Pri tem je bilo od vsega začetka jasno, da sicer obstoja odvisnost med višino odeje in njeno težo, da pa je korelacija vendar zapletena. Skeptičnost je temeljila na dejstvu, da najdebelejša odeja ni vedno najtežja<sup>(2)</sup>

Cilj prvega dela zastavljene naloge je, preveriti možnost uporabe poprečne gostote snežne odeje, medtem ko je v drugem delu glavno vprašanje, kako preskočiti vrzel, ki jo predstavlja šibka dokumentacija.



## B. Dokumentacija

### 1. Opazovanja višine snežne odeje

Najstarejša sistematična opazovanja snežne odeje segajo na področju Slovenije še v preteklo stoletje. V Ljubljani so namreč opazovanja začela že 1895, potem ko je na tovrstna opazovanja, boljše na nujnost takih opazovanj, opozorila izjemno visoka odeja leta 1895, saj je prešla v Ljubljani 1 meter.

Mreža postaj, ki so sistematično merile višino snežne odeje, se je le postopno širila. Do odločitve, da naj vsa ka postaja, ki meri padavine, meri tudi višino snežne odeje, je žal prišlo šele ob organiziranju Hidrometeorološkega zavoda SRS, torej 1947. Današnja mreža postaj, ki opazujejo tudi višino snežne odeje, zajame ca 310 krajev, od katerih jih ima le polovica že 20 letno opazovalno do bo. Za te postaje razpolaga hidrometeorološki zavod tudi s tabelarnimi pregledi o absolutnih in srednjih letnih ekstremnih višinah snežne odeje.

Ocene stopnje reprezentativnosti 20-letnega opazovalnega niza bo obravnavana kasneje; na tem mestu pa že lahko p<sub>o</sub>vemo, da ni velika.

### 2. Opazovanja teže snežne odeje

Še manj razveseljiva je informacija o stanju dokumentaci je o teži snežne odeje. V Ljubljani so ustrezna opazovanja začela januarja 1952, v Smartnem pri Slovenj Gradcu, na Jezerskem, v Celju, Brniku, Novem mestu, Planici, Postojni, Murski Soboti, Kopru in Mariboru pa šele 1963. Opazovanja le 1 postaje z 19 letno opazovalno dobo in 9 postaj s 7 letno ne predstavljajo prepričljive dokumentacije. Nujnost rešiti zastavljeni problem v čim krajšem času, pa je tolikšna, da ne dovoljuje čakanja na primer-no, kaj šele ustrezno dokumentacijo.



II.

SPECIFIČNE ANALIZE SNEŽNE ODEJE

A. Višina snežne odeje kot odsev klimatskih razmer

Vsakoletna maksimalna višina snežne odeje je odvisna od njenega življenja, to je: naraščanja in izginjanja. Obo je pa je odsev klimatske sredine, predvsem temperaturnih in padavinskih razmer(3).

1. Vpliv temperaturnih razmer

Slovenija je v klimatskem pogledu neenotna in zato je tudi višina snežne odeje različna.

Temperaturna nasprotja med notranjo in obalno Slovenijo se kažejo med drugim tudi v različnem trajanju snežne odeje v istih nadmorskih višinah, s krajšim trajanjem pa je znižana posredno tudi višina (3,4). Ker je v obalnem pasu snega manj, je problematika kritične obtežbe zato predvsem problematika notranje Slovenije. In ker je temperaturni režim v notranji Sloveniji v glavnem enoten, temperaturne razlike pa so pogojene močno z absolutno višino, moramo računati s tem, da bo tudi višina snežne odeje močno odvisna, vsaj v poprečju, od absolutne višine področja. To potrjujeta tudi grafikona 1 in 2.

2. Vpliv padavinskih razmer

Višina padavin je v Sloveniji odvisna predvsem od oddaljenosti od glavne padavinske cone, od dinarsko-alpske pregrade. Čim bližje smo pregradi, tem več je padavin in obratno (5, 6, 7).

Komplikacije, ki bi jih utegnil povzročiti različni letni hod padavin, so v glavnem izključene zaradi ugodne



okoliščine, da ima praktično vsa Slovenija v kritičnih mesecih, januarju, februarju in marcu, minimum padavin (8). Osnovno pravilo je torej: v Sloveniji je snežna odeja tem višja, čim bližje je področje dinarsko-alpski pregradi in čim višja je njegova absolutna višina

Žal veljajo gornje ugotovitve predvsem za poprečja, le v manjši meri pa tudi za ekstreme. Prav ti pa so v predloženi študiji osrednji problem. Vzrok je preprost! Strešne konstrukcije moramo dimenzionirati tako, da je odmetava nje snega s streh potrebno kvečjemu vsakih 10 ali 20 let enkrat. To pa pomeni v naših, komaj 20 letnih opazovanjih, prvo, najvišjo vrednost.

Dober pregled nad posledicami, ki jih imata, čeprav le posredno, na višino snežne odeje osnovna elementa, temperature in padavine, spoznamo z analizo padavinskih razmer v dneh z maksimalnimi snežnimi padavinami.

#### B. Prostorska razporedba novozapadlega snega

Višina in teža snežne odeje sta zrcalo njene zgodovine. Med značilnimi dogodki te zgodovine zavzemajo najvidnejše mesto dnevi, ko je odeja močno porasla, torej dnevi, ko je padlo mnogo novega snega. Število takih primerov se na izbranem mestu spreminja iz leta v leto, med posrednimi lokacijami pa se kažejo zlasti razlike, ki so posledica različnega trajanja snežne odeje. Ni vseeno, ali obleži snežna odeja šele januarja, februarja pa že izgine, kot je to primer na prvih kraških planotah; ali pa sta to meseca november in junij, kot je to primer v našem visokogorskem svetu (4).



V reliefno zelo razgibani Sloveniji bi študij zgodovine vsakoletne odeje verjetno ne pripeljal daleč, saj je raznolikost prevelika. Zato bo pozornost v naslednjih odstavkih posvečena le primerom, ko je bila na izbranih postajah zabeležena absolutna najvišja<sup>nova</sup> snežna odeja, in to v enem, dveh ali treh zaporednih dneh. V analizo so vključene le tiste postaje, za katere imamo istočasno vsaj 7 letne meritve tudi teže snežne odeje. Analiza naj bi pokazala, kako je višina novozapadlega snega odvisna od nadmorske višine in padavinskega rejona.

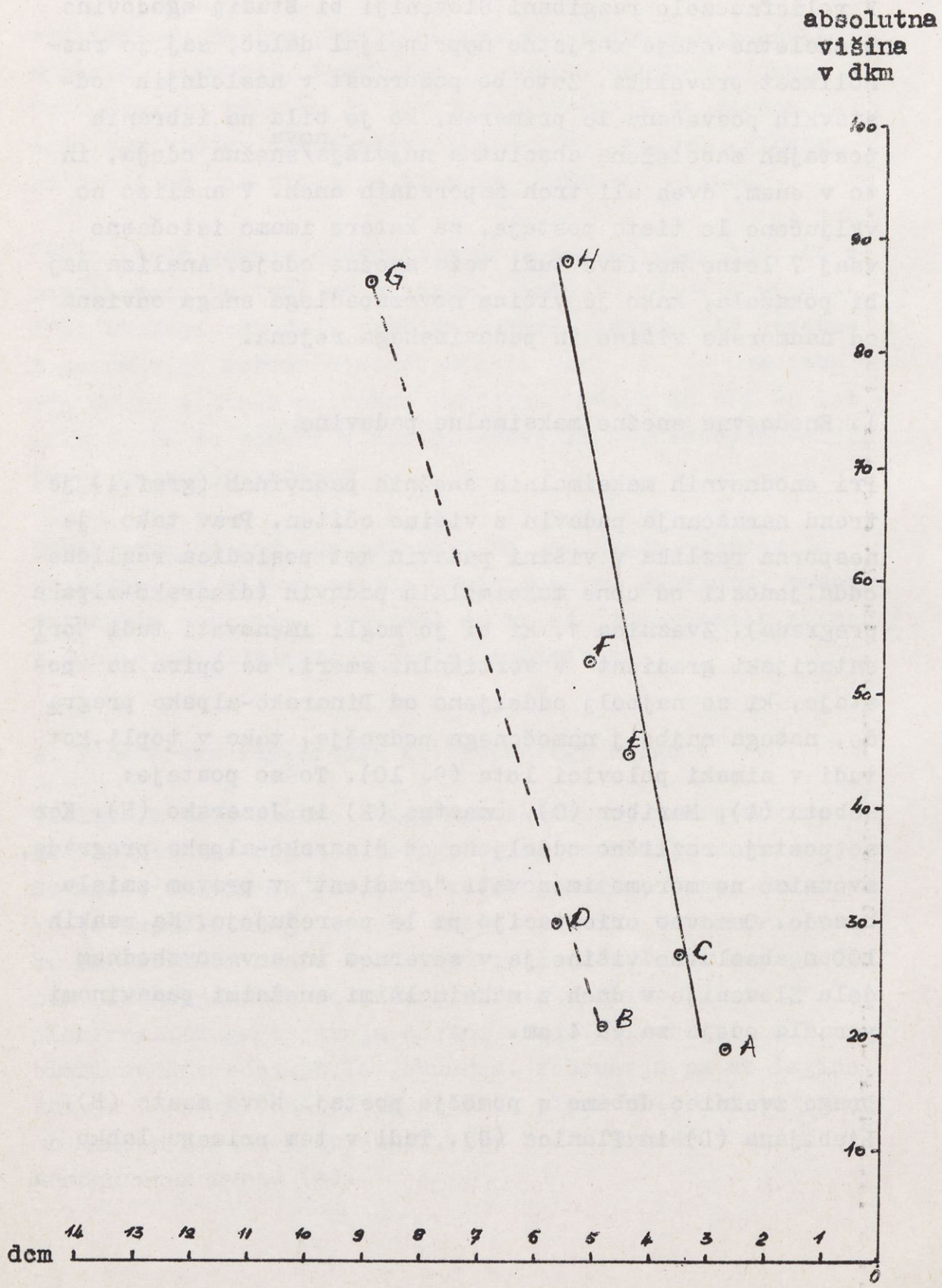
#### 1. Enodnevnne snežne maksimalne padavine

Pri enodnevnih maksimalnih snežnih padavinah (graf.1) je trend naraščanja padavin z višino očiten. Prav tako je nesporna razlika v višini padavin kot posledica različne oddaljenosti od cone maksimalnih padavin (dinarsko-alpska pregrada). Zveznica 1, ki bi jo mogli imenovati tudi "ori-entacijski gradient" v vertikalni smeri, se opira na postaje, ki so najbolj oddeljene od Dinarsko-alpske pregrade, našega najbolj namočenega področja, tako v topli, kot tudi v zimski polovici leta (9, 10). To so postaje: Sobota (A), Maribor (C), Smartno (E) in Jezersko (H). Ker so postaje različno oddeljene od dinarsko-alpske pregrade, zveznice ne moremo imenovati "gradient" v pravem smislu besede. Osnovno orientacijo pa le posredujejo. Na vsakih 100 m absolutne višine je v severnem in severovzhodnem delu Slovenije v dneh z maksimalnimi snežnimi padavinami porasla odeja za ca 4 cm.

Drugo zveznico dobimo s pomočjo postaj: Novo mesto (B), Ljubljana (D) in Planica (G). Tudi v tem primeru lahko



Gr.1 MAKSIMALNE 1 DNEVNE (ZAPOREDNE) SNEŽNE PADAVINE





govorimo le o "orientacijskem" gradientu in znaša ca 6 cm/100 m.

Obe zveznici prepričljivo potrdita supozicijo, da je novega snega vse več, čim bližje smo glavnemu padavinskemu področju naše republike. Novo pa je spoznanje, da se s približevanjem glavnemu padavinskemu področje povečuje tudi gradient. Po poteku obeh zveznic naj bi bila med njima razlika v višini 500 m le 25 cm, na višini 1000m pa že 40 cm novega snega.

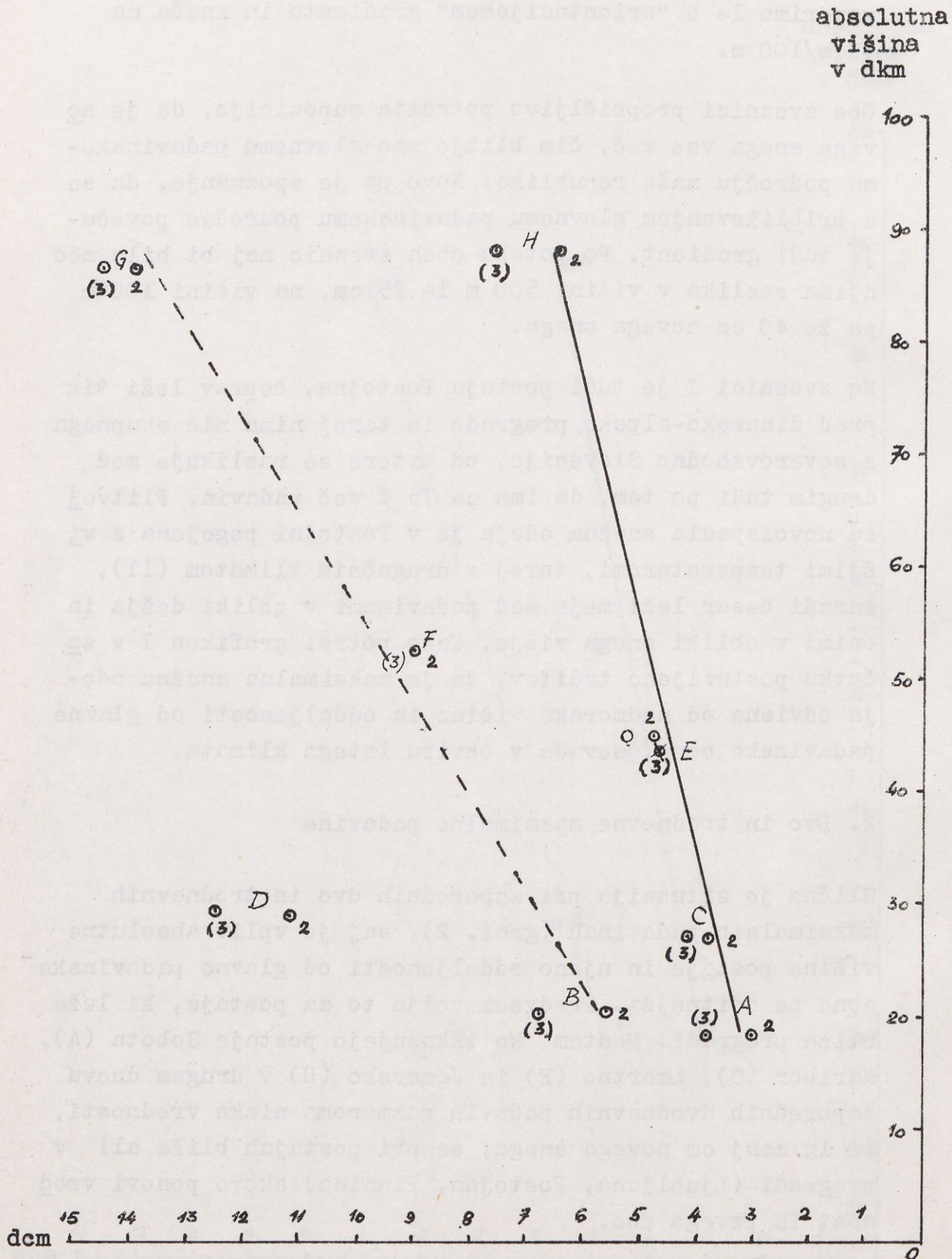
Na zveznici I je tudi postaja Postojna, čeprav leži tik pred dinarsko-alpsko pregrado in torej nima nič skupnega s severovzhodno Slovenijo, od katere se razlikuje med drugim tudi po tem, da ima ca 75 % več padavin. Plitvejša novozapadla snežna odeja je v Postojni pogojena z viššimi temperaturami, torej z drugačnim klimatom (11), zaradi česar leži meja med padavinami v obliki dežja in onimi v obliki snega višje. Tako potrdi grafikon I v začetku postavljeno trditev, da je maksimalna snežna odeja odvisna od nadmorske višine in oddaljenosti od glavne padavinske cone, seveda v okviru istega klimata.

## 2. Dvo in trodnevne maksimalne padavine

Slična je situacija pri zaporednih dvo in trodnevnih maksimalnih padavinah (graf. 2), saj je vpliv absolutne višine postaje in njene oddaljenosti od glavne padavinske cone še očitnejši. Predvsem velja to za postaje, ki leže bližje pregradi. Medtem ko izkazujejo postaje Sobota (A), Maribor (C), Smartno (E) in Jezersko (H) v drugem dnevu zaporednih dvodnevni padavin razmeroma nizke vrednosti, 10 in manj cm novega snega, se pri postajah bližje ali v pregradi (Ljubljana, Postojna, Planica) skoro ponovi vrednost iz prvega dne.



### Gr. 2 MAKSIMALNE 2 IN 3 DNEVNE (ZAPOREDNE) SNEŽNE PADAVINE





Prikazano nasprotje terja zadovoljivo tolmačenje!

V zmernem pasu so izdatne padavine pogojene z zamenjavo zračne mase, torej vezane na prehod fronte, zlasti hladne (12, 13). Gorski sistemi prejmejo še dodatne padavine in to zaradi zaježitvenih procesov, ki so tem manj razviti, čim bolj je področje oddaljeno od glavnega grebena (14). Takšna je situacija tudi pri nas. Ker se pa nad severnim Sredozemljem prav v primerih izdatnih padavin pogosto formira (predhodno) sekundarna depresija z lastno cirkulacijo vsaj v najnižjih plasteh, pride do relativne stagnacije hladne fronte in s tem do časovnega podaljšanja in tudi ojačitve padavinskih procesov (15). Področje, ki je pod direktnim vplivom sekundarnih ciklonov, ima zato lahko tudi v drugem dnevu enako višino padavin, v našem primeru, enako visoko novo snežne odejo, kot v prvem dnevu (16). Manjše vrednosti v severovzhodni Sloveniji, vključno s Savinjskimi Alpami, v drugem dnevu povedo, da je ta del Slovenije ob maksimalnih snežnih padavinah izven vplivnega področja sredozemskih ciklonov ali pa le na njegovi periferiji. Zato je tudi razumljivo, zakaj se pri zaporednih dvodnevnih snežnih padavinah Postojna priključni postajam na zapadni zveznici (graf. 1)

Na področju Ljubljane so bile padavine v zaporednih 2 dneh enako izdatne in zato izstopa ta postaja tako zelo, da je ni mogoče vključiti v zveznico ostalih postaj, ki so prejele drugi dan le ca 50 % snežnih padavin prvega dne.

Analiza trodnevnihi zaporednihi maksimalnihi padavin pokaže, da so padavine tretjega dne zelo šibke, saj predstavljajo le neznaten del padavin prvega dne. Sodeč po podatkih obravnavanihi 9 postaj je taka situacija po vsej Sloveniji.



Analiza eno, dvo in trodnevnih maksimalnih snežnih padavin v zaporednih dneh je pokazala veliko zamotanost prostorske razporedbe sneženja in s tem posredno tudi življenja snežne odeje v Sloveniji. Pravkar zaključena analiza ni pripomogla k rešitvi zastavljene naloge. Nasprotno! Spoznanje, da more edino jugozahodna Slovenija prejeti tudi v drugem dnevu sneženja izdatne padavine in zelo visoko novo snežno odejo, ustvarja dvom o možnosti uporabe enotne, to je povprečne gostote snežne odeje za vso Slovenijo.

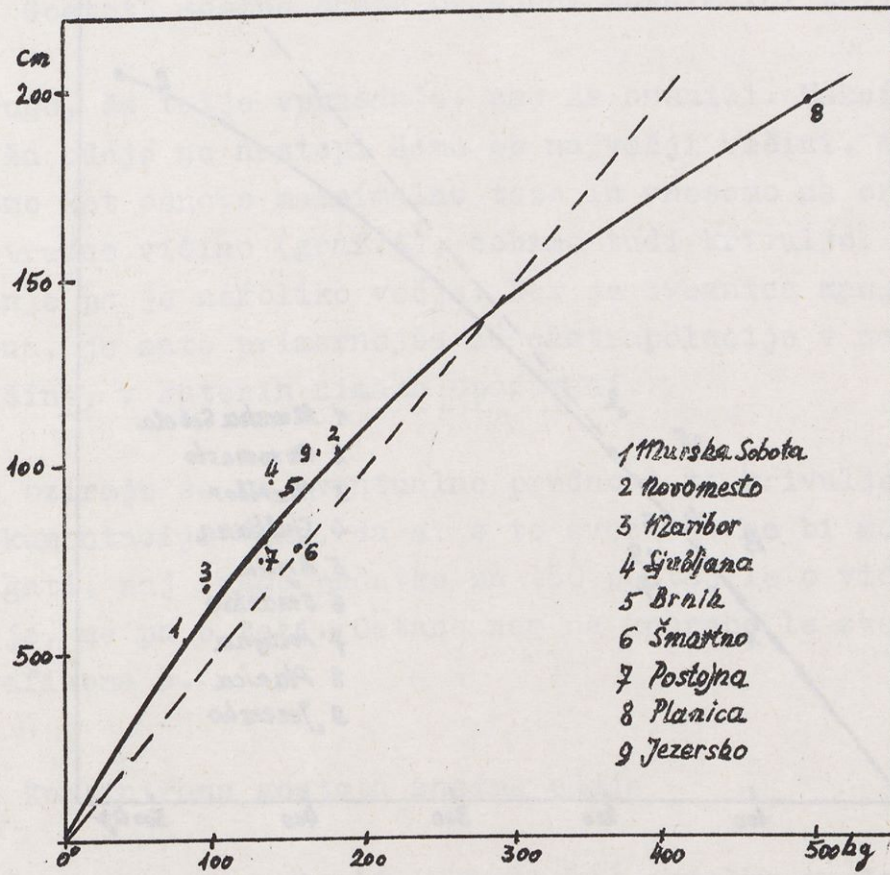
### C. Razmerje med višino in težo dnežne odeje

Že v uvodu je bilo naglašeno, da najdebelejša odeja ni vedno najtežja. Tudi če bi imeli 100 letna opazovanja za mnogo postaj, bi to torej še ne pomenilo dobre dokumentacije za pravilno dimenzioniranje strešnih konstrukcij.

#### 1. Gostota snežne odeje ob njeni maksimalni višini

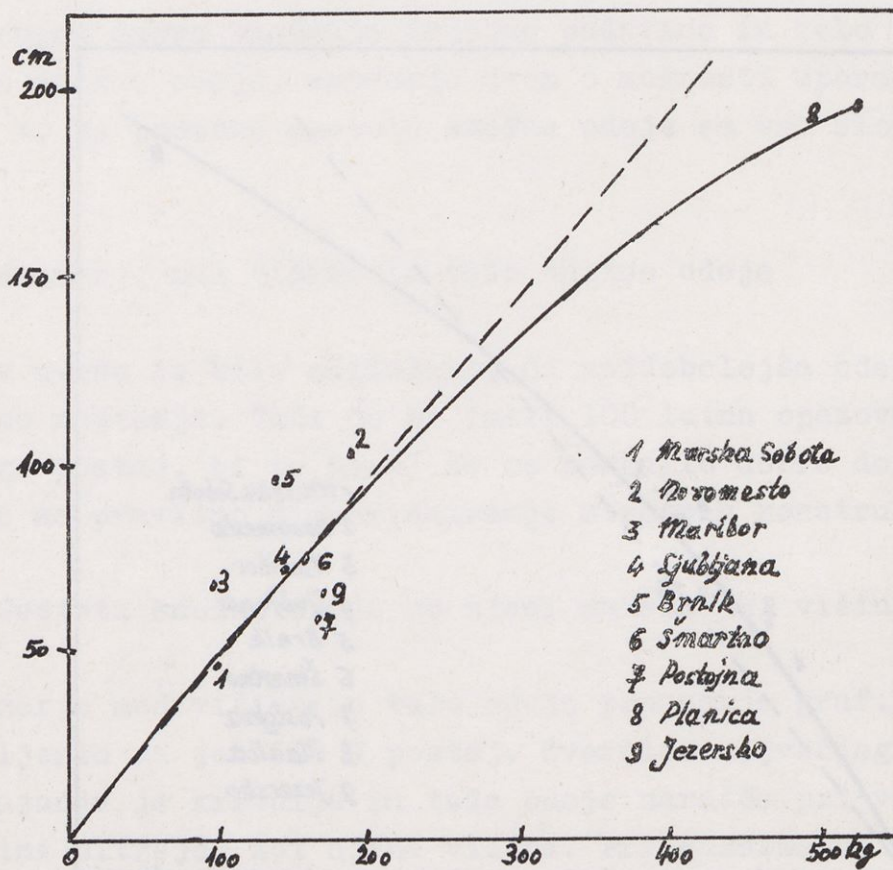
Razmerje med višino in težo odeje ponazarja graf.3, uporabljenih pa je bilo 9 postaj. Zveznica največjega prilagajanja je krivulja in teža odeje narašča pri večji debelini hitreje, kot njena višina. Pri maksimalni višini odeje 50 cm znaša obtežba 80 kg/m<sup>2</sup>, med 150 in 200 cm višine odeje pa njena teža ne naraste le za 80 kg/m<sup>2</sup>, ampak mnogo bolj, od 320 na 548 kg, torej kar za 228 kg ali skoro 300 %. Ker so odstopi posameznih postaj od zveznice zmerni, bi bilo smiselno izkoristiti ugotovljeno zveznico in na osnovi 20 letnih maksimalnih višin za ca 150 postaj izdelati ustrezno karto maksimalnih 20 letnih obremenitev.





Gr. 3 MAKSIMALNA VIŠINA IN USTREZNA TEŽA





Gr. 4 MAKSIMALNA TEŽA IN USTREZNA VIŠINA

Stvar ni tako enostavna. Najvišja, v našo analizo vključena postaja, je Jezersko, v višini 814 m. Gradbena aktivnost pa sega pri nas v najvišje predele Julijskih Alp tudi preko 2.500 m. Za take višine pa krivulje ne moremo uporabiti, saj je ne moremo opreti na postajo z opazovanji.

## 2. Gostota snežne odeje ob njeni maksimalni teži

Drugo, še težje vprašanje, smo že omenili. Maksimalna teža odeje ne nastopi samo ob največji višini. Ako vzamemo kot osnovo maksimalno težo in vnesemo na ordinati ustrezno višino (graf.4), dobimo tudi krivuljo, razsipanje pa je nekoliko večje. Ker je zveznica manj izbočena, je zato primernejša za ekstrapolacijo v nadmorske višine, v katerih nimamo opazovanj.

Ne oziraje se na eventualno prednost te krivulje pa je dokumentacija taka, da si s to zveznico ne bi mogli pomagati, saj imamo podatke za 150 postaj le o višini odeje, ne pa o teži. Ostane nam na uporabo le zveznica grafikona 3.

## 3. Kombinirana gostota snežne odeje

Isti problem, ugotoviti maksimalno obtežbo snežne odeje, so reševali tudi v Zvezni republiki Nemčiji. Čeprav so razpolagali z dvakrat gostejšo mrežo postaj, ki merijo tudi gostoto snega in je bila njihova opazovalna doba v času, ko so problem reševali, trikrat daljša od naše, so se odločili za radikalno poenostavitev. Izračunali so srednjo gostoto odeje v primerih maksimalne višine in v primerih maksimalne teže in dobili srednjo gostoto 0,215 gr/m<sup>3</sup> (17).



S to srednjo gostoto so pomnožili maksimalne, doslej opazovane višine odeje in tako prišli so izkanih kritičnih obtežitev, pa čeprav je šlo za odstopa tudi preko 50 %.

In kakšna je situacija pri nas?

Iz tabele 1 je razvidno, da znaša na naših 9 postajah srednja gostota v dneh z maksimalno višino odeje 0,18 gr/cm<sup>3</sup>, v dneh z maksimalno težo pa 0,26 gr/cm<sup>3</sup>. Srednja gostota ekstremno visokih in ekstremno težkih odej za vso Slovenijo pa je 0,22 gr/cm<sup>3</sup>, torej praktično ista vrednost, kot v Zapadni Nemčiji.

Tabela 1

Postaja	I.		II.		III.	
	višina	teža	teža	višina	gost.I.	gost.II.
M. Sebota	53	84,6	96,2	37	0,16	0,26
Maribor	68	95,2	112,0	42	0,14	0,27
Ljubljana	95	133,0	144,0	72	0,14	0,21
Planica	188	488,8	439,0	110	0,26	0,49
Brnik	96	134,0	134,0	96	0,14	0,14
Postojna	73	131,4	171,1	59	0,18	0,29
Novo mesto	103	185,0	185,0	103	0,18	0,18
Jezersko	103	164,8	166,4	64	0,18	0,26
Šmartno	74	155,5	155,5	74	0,21	0,21
Srednja gostota I.,II. . . . .					0,18	0,26
Srednja skupna gostota . . . . .						0,22

Razmerje med višino in težo snežne odeje v gr/cm<sup>3</sup> (niz 1963 - 1969)



Poleg obravnavanih 9 postaj s 7 letno opazovalno dobo so bila v okviru hidrometeorološke službe Slovenije organizirana opazovanja teže snežne odeje še na nadaljnjih 9 postajah, vendar je opazovalna doba teh postaj še krajša. To so postaje: Komna, Radeče, Lepena, Javnor, Vojsko, Planina pod Mrzlo goro, Bovec, Babno polje in Mrzli studenec. Srednja gostota v dneh z maksimalno višino znaša pri teh postajah  $0,16 \text{ gr/cm}^3$ , v dneh z maksimalno težo pa  $0,27 \text{ gr/cm}^3$ , srednja gostota vseh maksimalnih primerov, pa točno toliko, kot v Zapadni Nemčiji, namreč  $0,215 \text{ gr/cm}^3$ .

Skladnost v izračunani srednji vrednosti med postajami s krajšo in onimi z daljšo opazovalno dobo je gotovo razveseljiva, prav tako pa tudi skladnost med srednjima vrednostima, kakršni smo ugotovili za Slovenijo in Zapadno Nemčijo.

Problem pa s tem vendarle še ni rešen.

#### D. EKSTRAPOLACIJE

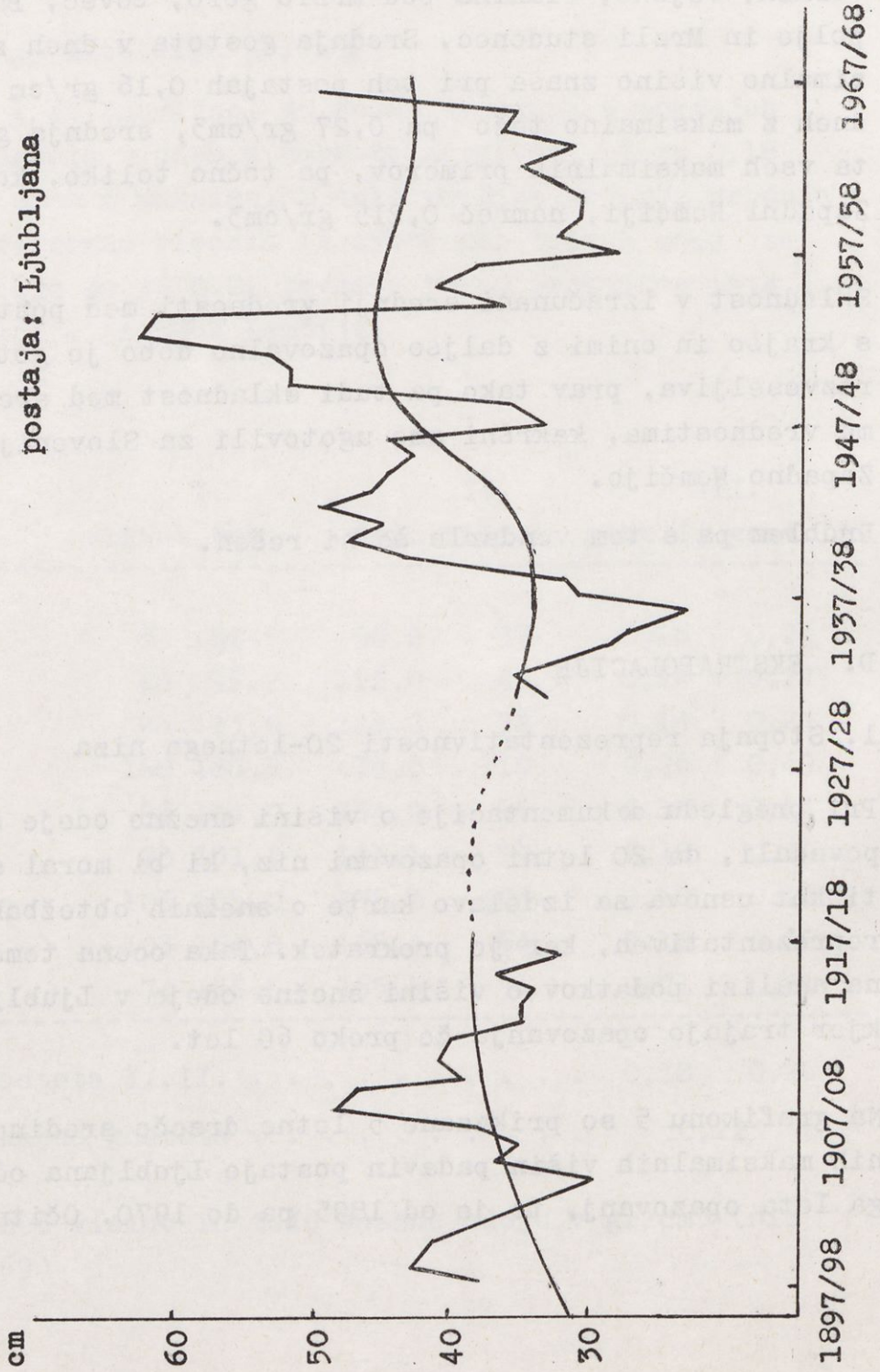
##### 1. Stopnja reprezentativnosti 20-letnega niza

Pri pregledu dokumentacije o višini snežne odeje smo že povedali, da 20 letni opazovani niz, ki bi moral služiti kot osnova za izdelavo karte o snežnih obtežbah, ni reprezentativen, ker je prekratek. Taka ocena temelji na analizi podatkov o višini snežne odeje v Ljubljani, kjer trajajo opazovanja že preko 60 let.

Na grafikonu 5 so prikazane 5 letne drseče sredine letnih maksimalnih višin padavin postaje Ljubljana od prvega leta opazovanj, to je od 1895 pa do 1970. Očitno je,



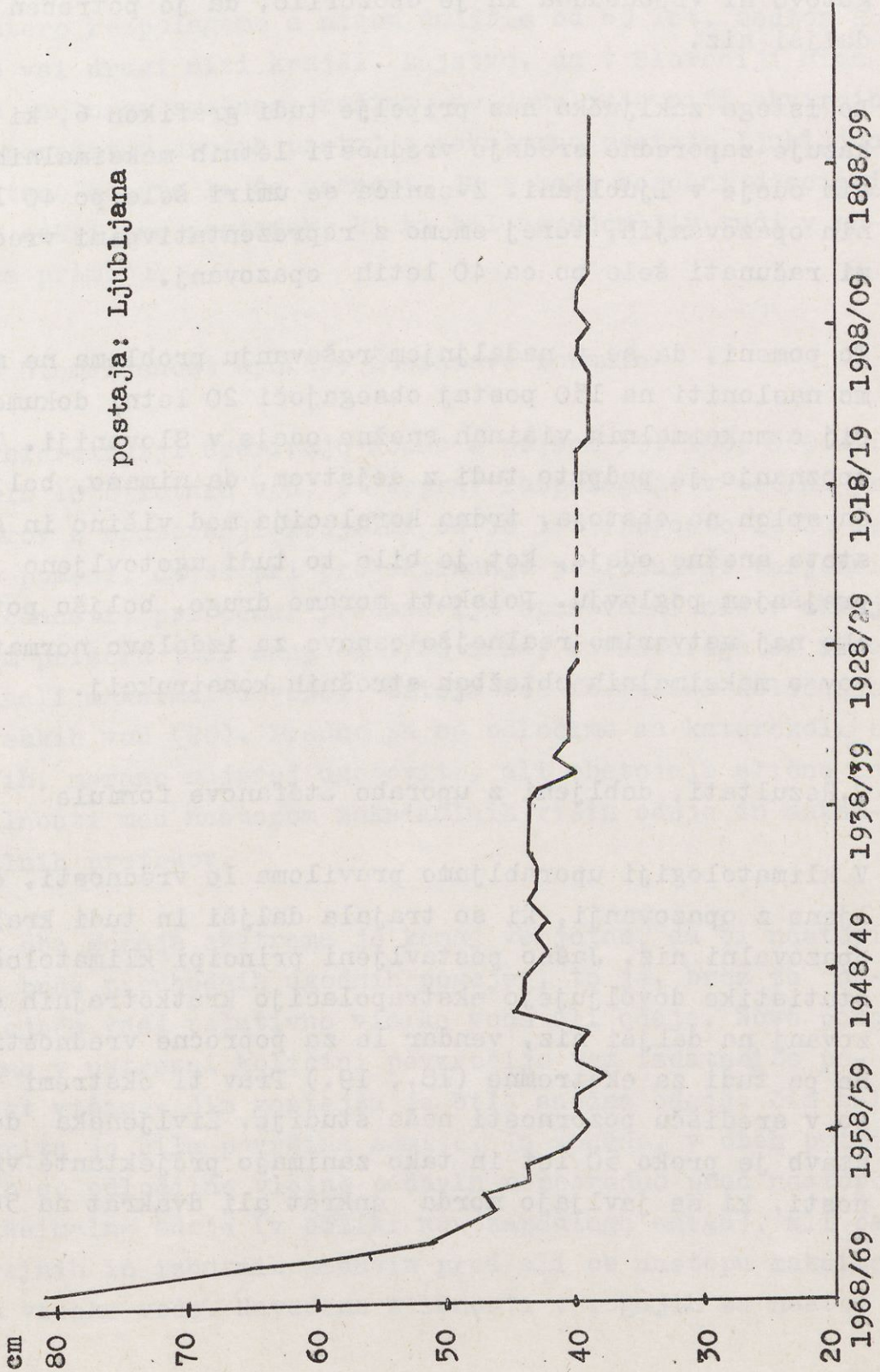
Gr.5 5 LETNE DRSEČE SREDINE LETNIH MAKSIMALNIH VIŠIN SNEŽNE ODEJE





Gr. 6 ZAPOREDNE SREDNJE VREDNOSTI LETNIH MAKSIMALNIH VIŠIN SNEŽNE ODEJE

postaja: Ljubljana





da so razlike med posameznimi leti zelo velike in zato znaša standardna devijacija 0,24. Tolikšna devijacija gotovo ni vzpodbudna in je opozorilo, da je potreben daljši niz.

Do istega zaključka nas pripelje tudi grafikon 6, ki prikazuje zaporedne srednje vrednosti letnih maksimalnih višin odeje v Ljubljani. Zveznica se umiri šele po 40 letnih opazovanjih, torej smemo z reprezentativnimi vrednostmi računati šele po ca 40 letih opazovanj.

To pomeni, da se v nadaljnjem reševanju problema ne moremo nasloniti na 150 postaj obsegajoči 20 letni dokumentarij o maksimalnih višinah snežne odeje v Sloveniji. Tako spoznanje je podprto tudi z dejstvom, da nimamo, bolje, da sploh ne obstoja, trdna korelacija med višino in gostoto snežne odeje, kot je bilo to tudi ugotovljeno v prejšnjem poglavju. Poiskati moramo drugo, boljšo pot, ako naj ustvarimo realnejšo osnovo za izdelavo normativov o maksimalnih obtežbah strešnih konstrukcij.

## 2. Rezultati, dobljeni z uporabo Stefanove formule

V klimatologiji uporabljamo praviloma le vrednosti, dobljene z opazovanji, ki so trajala daljši in tudi krajši opazovalni niz. Jasno postavljeni principi klimatološke statistike dovoljujejo ekstrapolacijo kratkotrajnih opazovanj na daljši niz, vendar le za poprečne vrednosti, ne pa tudi za ekstremne (18., 19.) Prav ti ekstremi pa so v središču pozornosti naše študije. Življenska doba stavb je preko 50 let in tako zanimajo projektante vrednosti, ki se javljajo morda enkrat ali dvakrat na 50



ali celo 100 let. V Sloveniji pa imamo malo postaj, za katere razpolagamo z nizom daljšim od 60 let, medtem ko so vsi drugi nizi krajši. Dejstvo, da v Sloveniji nimamo enotnega snežnega režima, ne dovoljuje niti okvirnih vzporeditev drugih postaj s sekularno postajo Ljubljana. Ostane odprta le še možnost, da v kaki sorodni disciplini odkrijemo postopek, ki bi bil sprejemljiv tudi v našem primeru

a) Utemeljenost uporabe Štefanove formule

V hidrologiji operirajo redno s pojmom 50, 100, 500 ali celo 1000 letnih vod, pa čeprav razpolagajo v večini primerov z opazovanji krajšimi od 50 let (pogosto le 20 let). To pomeni, da se pri projektiranju poslužujejo verjetnih vrednosti, pri čemer predstavlja opazovalni niz v skrajnem primeru tudi manj od  $1/20$  niza, za katerega so izračunali maksimalno vodo. Obstoja več formul za določanje visokih vod (20). Predno pa se odločimo za katerokoli od njih, moramo najprej ugotoviti, ali obstojajo slične značilnosti med nastopom maksimalnih višin odeje in maksimalnih pretokov.

Za oba gornja ekstrema je komaj verjetno, da bi nastopila brez predhodnih ugodnih pogojev, to je, brez že obstoječe vsaj relativno visoke vode ali odeje. Nove padavine v ustrezni količini povzročijo tem izdatnejšo porast višine, čim gostejša je bila snežna odeja, čim bolj napita je bila površina zemlje. In končno, v obeh primerih so odločilne višine padavin neposredno pred nastopom maksimalne odeje (v obliki novozapadlega snega), ali pa trajnih in izdatnih padavin pred ali ob nastopu maksimalno visoke vode. Navedene sličnosti v pogojih za nastop



obeh vrst ekstremov dovoljuje, da prevzamemo metode določanja visokih voda tudi za ekstremne primere snežne odeje. Pri izbiri formule je odločitev padla na Stefanovo formulo (21)

Vzrok za to odločitev je naslednji: Različne formule dajejo različne rezultate, ki med seboj niso primerljivi. To je vodilo do velikih zapletljajev in pred leti je vlada ZDA predlagala, da naj bo na področju vse države dovoljena (v hidrološke namene) pri projektiranju le Stefanova formula. Pri nas do tolike enotnosti sicer še ni prišlo, vendar je tudi v Jugoslaviji že na široko uporabljajo.

V osnovni obliki je formula takale:

$$f(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot S} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{X-\bar{X}}{S} \right)^2}$$

kjer pomeni  $\bar{X}$  srednjo vrednost logaritmov pretokov  $Q$  in  $S$  standardno deviacijo pogostne gostote logaritmov  $X$ .

Osnova za novo metodo je supozicija, da se pogostnost na gostota visokih vod  $F Q$  zelo približa normalni logaritmični razporeditvi. Na mesto absolutnih višin pretokov  $Q$  je uporabljena verjetna razporedba njihovih Briggovih logaritmov  $X$ .

S klimatološkega zornega kota predstavlja Stefanova formula le izhod za silo in z njo dobljeni rezultati le v izjemnem primeru nadomeste ustrezno dolga opazovanja.



Izjemni primer bi nastopil, ako bi bila standardna deviacija, ki je osrednja opora enačbe iste, kot v iskanem dolgoletnem in neopazovanem nizu. Seveda ni nikakega dokaza, da je takšna situacija res nastopila.

Nujno bi tudi bilo, da izvira vsa dokumentacija iz iste opazovalne dobe za vse postaje. V klimatološki statistiki je to osnovni pogoj za prikaz razporedbe obravnavanega elementa v prostoru. Ako nimamo iste opazovalne dobe, dokumentacija ni homogena in more služiti le kot informativno gradivo..

#### b) Rezultati

Do kako različnih, celo nesprejemljivih rezultatov lahko pridemo, ako gornja pogoja nista izpolnjena, pokaže analiza 50 in 100 letnih maksimalno visokih snežnih odej, izračunanih s Štefanovo formulo iz 20 letnih opazovalnih nizov v Ljubljani, kjer teko opazovanja od 1895. leta dalje. V obdelavo so vzeti prekrivajoči se 20 letni nizi, tako da traja prvi od 1895 do 1915, drugi začenja od 1905 in tako dalje.

Pri 50 letni višini odeje dobimo lahko 146 cm ali pa le 73 cm, za 100 letno maksimalno višino pa 170 cm ali pa le 75 cm.

Obsežna, žal le 20 letna dokumentacija za 150 postaj torej za našo nalogo ne more biti izkoriščena tudi v primeru, ako uporabimo Štefanovo formulo. Zato je potrebno ozreti se za drugim izhodom.

Kmalu po izjemno visoki odeji v zimi leta 1895/96 so začele z opazovanju višine snežne odeje tudi dokaj številne druge postaje. Opazovanja so bila iz neznanega vzroka prekinjena v zimi 1901/02, z redkimi izjemami pa tudi med prvo svetovno vojno in ca 10 let po njej in končno od napada na Jugoslavijo pa skoro do začetka 50 let.



Uspelo pa je zbrati vendarle 24 postaj z opazovalno dobo, res da prekinjeno (in to ne povsod v istih letih) od 45 do 65 let.

Misel, da bi za vse te postaje vzeli isto opazovalno dobo, to je isti niz, kot ustreza principom klimatske statistike, je bila opuščena, ker, kot že omenjeno, prekinitve niso bile v istih letih na vseh postajah in bi to rej morali izločiti preveč postaj. Tako je bila izkoriščena druga možnost, da se namreč upoštevajo vsa leta, brez ozira na dolžino niza in brez ozira na to, v katerih letih je prišlo do začasne prekinitve. Princip homogenosti je s tem opuščen, in to zato, da je lahko izkoriščena druga ugodnost, relativno dolga opazovalna doba na vseh postajah.

Postaje, ki so bile na razpolago so naslednje: Bled, Bohinjska Bistrica, Bovec, Celje, Cirkulane, Čepovan, Črnatelj, Dravograd, Jezersko, Kamnik, Kočevje, Kranj, Kranjska gora, Krekovše, Ljubljana, Maribor, Mašun, Novo mesto, Postojna, Ribnica na Pohorju, Rogaška Slatina, Rovte, Trata, Solčava, Višnja gora. Po Stefanovi formuli izračunane 50 in 100 letne višine snežne odeje so prikazane na tabeli 2. Z ozirom na dejstvo, da sta za vse postaje upoštevani tudi leti 1952 in 1969, ko je bila odeja po vsej Sloveniji izjemno visoka, je opaziti določeno stopnjo zakonitosti.

Dobljeni rezultati so zadovoljivi, vsaj dokler obravnavamo le višino verjetne 50 in 100 letne maksimalne odeje. Čim pa uporabimo poprečno gostoto odeje,  $0,215 \text{ gr/cm}^3$ , in dobimo za 100 letno maksimalno težo v Ljubljani  $314 \text{ kg/m}^2$ , to je skoro 70 kg več kot v izjemnem letu 1952, ko je odeja dosegla višino 146 cm in težo  $268 \text{ kg/m}^2$ , se izgleda za uspešen konec naloge močno zmanjšajo. Saj predstavlja Ljubljana s širšo okolico najintenzivnejše zazidalno področje Slovenije in bi tako povečevanje že



itak enkratno visoke in težke odeje gotovo ne bilo u-  
pravičeno, saj bi bila realizacija v obliki ustreznega  
normativa skrajno razsipna.

Vzrok za prikazani disproporc smo že omenili na eni  
prejšnjih strani. Vse področje, ki ga še zajamejo sekun-  
darni cikloni s središčem nad severnim Sredozemljem, u-  
tegne v 2. dnevu sneženja prejeti prav tolikšne količi-  
ne snega, kot v prvem dnevu. Zato je snežna odeja manj  
gosta in ne doseže srednje gostote  $0,21 \text{ gr/cm}^3$ . Tako je  
bilo tudi v Ljubljani v letih 1952 in 1969.

Velikost področja, ki pride pod vpliv sredozemskih ci-  
klonov, varira od primera. Poenostavitev, za katero smo  
se odločili po vzoru v Zapadni Nemčiji, zato pri nas ni  
možna in tako smo prisiljeni, da iščemo novo pot.

### 3. Uporaba Rubinsteinove metode

#### a. Utemeljitev metode

Med zime, v katerih je padlo mnogo snega, štejemo tudi  
zimo 1968/69. Odeja ni bila le visoka, ampak tudi tež-  
ka. Tako je bilo v Ljubljani  $144 \text{ kg/m}^3$ , v Novem mestu  
pa celo  $185 \text{ kg/m}^2$ . V 7 letnem opazovalnem nizu (začenši  
z letom 1963), ko so začela opazovanja istočasno na 9  
postajah sta bili tako teža kot višina snežne odeje v  
letu 1969 največji pđ vsega 9 postaj kar na 7 postajah.

Ta ugotovitev je važna! Omenili smo že, da je med 7 let-  
nim nizom začelo z opazovanji teže nadaljnjih 9 postaj,



za katere imamo torej tudi opazovanja v izjemni zimi 1969. Iz podatkov postaje Ljubljana pa vemo, da med letoma 1952 in 1969 ni bilo primerov izrazito visoke odeje. Z drugimi besedami: ob pomanjkanju boljših podatkov in ob nujni potrebi, da pridemo do vsaj okvirne dokumentacije, lahko operiramo s podatki iz leta 1969 kot s podatki 18 letne opazovalne dobe. Taka, specifična oblika ekstrapolacije je v strokovni literaturi poznana, obdelal pa jo je ruski meteorolog Rubinstein (21).

Situacija je torej naslednja: razpolagamo s podatki o teži snežne odeje za 18 postaj in to za 17 letno opazovalno dobo. Niti dolžina niza, niti število postaj ne predstavlja trdne opore za rešitev zastavljene naloge. Ob upoštevanju reliefno pogojenih temperaturnih in padavinskih razmer v Sloveniji pa taka dokumentacija nikakor ni brez praktične vrednosti. Omogoča namreč izdelavo take skice, ki more služiti statikom ne le kot dobra orientacija, ampak kot dovolj trdna osnova za pravilno dimenzioniranje strešnih konstrukcij v naših glavnih gospodarskih rejonih.



Tabela 2

<u>Postaja</u>	<u>50 letne</u>	<u>100 letne</u>
Bled	140 cm	156 cm
Bohinjska Bistrica	219	241
Bovec	143	161
Čepovan	110	119
Cirkulane	116	138
Črnomelj	117	140
Celje	89	94
Dravograd	89	100
Jezersko	123	137
Kamnik	79	90
Kočevje	142	162
Kranj	135	153
Kranjska gora	230	255
Krško	66	71
Ljubljana	118	141
Maribor	82	90
Mašun	214	249
Novo mesto	72	74
Postojna	106	120
Ribnica na Pohorju	148	167
Rogaška Slatina	77	86
Rovte	195	227
Trata - Fužina	132	147
Solčava	117	130
Višnja gora	98	106

50-letne in 100-letne višine snežne odeje v Sloveniji







b. Osnovne značilnosti v razporedbi maksimalnih snežnih obtežb

Skica je izdelana v merilu 1 : 800.000 in so detajli zato izključeni. Kljub temu pa je poučna in za reševanje zastavljene naloge uporabna.

Z ozirom na že v uvodu omenjeno prakso, da operirajo projektanti strešnih konstrukcij obtežbo 125 kg/m<sup>2</sup>, moramo z zadovoljstvom ugotoviti, da so naša večja mestna območja s takim normativom v glavnem zaščitena. Spodnji del Ljubljanske kotline, torej tudi Ljubljana, ima maksimalno odejo sicer nekoliko težjo, 10 - 20 kg, kar nikakor ni pretiran odstop. Maribor in Celje pa imata že ca 10 kg v dobrem. Sicer pa vendar iznenadi, da so površine, v katerih je manj od 125 kg/m<sup>2</sup> obtežbe v notranji Sloveniji zelo majhne, saj obsegajo le Belo krajino, Brežiško-Krško ravan, ožjo okolico Celja in vso severovzhodno Slovenijo od Boča dalje. Na drugi strani, v zaledju Severnega Jadrana pa zajema z obtežbo 125 kg/m<sup>2</sup> ves svet do vznožja Trnovskega gozda in Snežnika.

Najobsežnejši del Slovenije ima maksimalne obtežbe od 150 do 200 kg in od 200 do 300 kg/m<sup>2</sup>. V prvem razponu je večina Dolenjske, dalje Koroška in porečje srednje Savinje, v drugem pa Kočevska, večina Snežnika in Javornikov, Hrušica, Nanos, Trnovski gozd, Polhovgrajski Dolomiti, Škofje loško-cerkljansko hribovje in obsežni deli porečja Save od Kranja navzgor. Najvišji predeli Snežnika, Trnovskega gozda, dalje Bohinjski greben in sploh Julijske Alpe, višja področja Kravank in Kamniških Alp ter Pohorja imajo preko 500 kg/m<sup>2</sup>, najvišji vrhovi Julijskih Alp pa imajo obtežbo tudi preko 1000 kg/m<sup>2</sup>. V nasprotju s tem



področjem maksimalne snežne obtežbe imamo ob obali pas minimalne obtežbe z manj od 25 kg/m<sup>2</sup>.

Prikazana raznolikost, ustvarjena na osnovi podatkov 18 postaj in ob upoštevanju splošnih snežnih razmer, pogojenih z reliefom, dokaj dobro osvetljuje problem maksimalnih snežnih obtežb, istočasno pa govori o potrebi po zgostitvi mreže ustreznih postaj.



### III.

#### ANALIZA VETROVNIH RAZMER

##### A. Dokumentacija

Slovenija leži na prehodu med dvema velikima geografskima enotama: Panonsko nižino in Jadranskim morjem. Ker je slednje pogosto jedro sekundarnega ciklona, skozi Dunajska vrata pa se razširi greben visokega pritiska v Panonsko nižino, nastane med obema navedenima geografskima enotama močan barični gradient in s tem pogoji za močne severovzhodne vetrove. Relief pa ne dovoljuje močnejše advekcije v smeri SV - JZ, saj potekajo glavne dinarsko-alpske planote pravokotno na to smer. Zato se močnejši vetrovi razvijejo šele po tem, ko preide hladni zrak, prodirajoč proti Tržaškemu zalivu, Snežnik in Trnovski gozd, odnosno izkoristi nižje prevale med obema. To je znana burja, katere sunki presežejo na posebno ugodnih mestih tudi 200 km/uro. Taki mesti sta na primer Trst in Ajdovščina. Drugod na Krasu je treba računati z možnimi hitrostmi 120 do 150 km, vendar so to le ocene, brez instrumentalnih meritev.

Tudi za ostalo Slovenijo nimamo ustreznih instrumentalnih meritev. To more dati le autograf, anemograf. Pač pa imamo podatke o jakosti vetra, dobljene z Wildovo ploščico, le v manjši meri pa tudi podatke o hitrosti vetra, dobljene z ročnim anemometrom.

##### B. Razdelitev v jakostnem področju

Medtem, ko je burja najizrazitejša v hladni polovici leta, imamo na področju, kjer ni burje, to je v kontinentalni Sloveniji, najmočnejše vetrove v topli polovici leta. Z ozirom na cilj naše študije, omogočiti pravilno



dimenzioniranje strešnih konstrukcij, pomeni gornja ugotovitev močno izravnava pogojev. V kontinentalni Sloveniji je odeja višja, vetrovi pa zaradi zimskega časa šibkejši; na Krasu pa je odeja nižja, zato pa je veter (burja) mnogo močnejši.

Tabela 3

Postaja	jakost	hitrost	dan
Ajdovščina	9	75-88	1, 2., 3., 4.
Kozina	9		1.
Postojna	8	62-74	2.
Celje	5	29-38	1.
Jezersko	6	39-49	3.
Ljubljana	4	20-28	5.
Maribor	6	39-49	1., 5.
Novo mesto	4	20-28	3., 5.
Murska Sobota	6	39-49	4.,
Šmartno pri Slov. Gradcu	6	39-49	1.
Rateče	4	20-28	5.

Maksimalne dnevne jakosti vetra v dneh po maksimalni višini snežne odeje

Jakost v Bf,                      hitrost v km/ura



To je razvidno tudi iz tabele 3, ki prikazuje za izbrane postaje nekaj podatkov o vetru v prvih 5 dneh po tem, ko je bila dosežena v posameznih letih 1959 - 1968 maksimalna višina odeje. V 3. koloni je naveden dan, ko je bila dosežena maksimalna hitrost vetra. Upoštevanih pa je le prvih 5 dni, torej čas, v katerem naj bi obstojala majhna verjetnost, da bi maksimalno visoka odeja mogla izgubiti občuten del vodne zaloge. Upoštevanih je vsega 11 postaj. Slovenijo, ležečo jugozahodno od Javornika in Trnovskega gozda, reprezentirajo postaje Ajdovščina, Kozina in Postojna, ostalo Slovenijo pa postaje Rateče, Maribor, Ljubljana, Smartno, Novo mesto, Murska Sobota, Celje in Jezersko.

Razlika med obema deloma Slovenije je očitna! Na jugozapadu so jakosti 8 in več Bf, ostali del Slovenije pa ima največ 6 Bf.

Za ugotovitev največje jakosti vetra je v tabeli, kot že omenjeno, upoštevanih le prvih 5 dni po nastopu maksimalno visoke odeje. Za tako odločitev, 5 dni, ni nikake čvrste fizikalne osnove. Temelji le na dveh premisah, ki sicer nista statistično dokazani, sta pa plod dolgoletnega spremljanja vremenskih procesov. Premisi sta:

- a. da po zelo izdatnem sneženju dlje ne nastopi odjuga, temveč imamo stabilizacijo vremena, ki traja pri nas v poprečju 4 - 5 dni;
- b. tudi ako nastopi odjuga poprej, obstoja majhna verjetnost, da bi pričela snežnica odtekati, temveč ostane v snežni odeji, katere višina se sicer zmanjša, teža pa ostane več ali manj nespremenjena.



Podatki v tabeli 3 so za 10 letno obdobje, za postaje: Murska Sobota, Celje in Postojna pa so na razpolago ustrezna opazovanja, razvoj vremena, le za 7 let. V vsakem primeru je to kratka opazovalna doba. Ker prikazani podatki niso dobljeni z registrirnimi instrumenti, obstoja velika verjetnost, da najmočnejši sunki vetra niso bili opazeni, zlasti še, ker je v nočnih urah (v zimskih mesecih torej več kot polovice dneva) opazovanje zelo oteženo. Zaradi obeh pomanjkljivosti, kratke opazovalne dobe in neustreznega instrumenta bi bilo smiselneje, ako opustimo delitev Slovenije v posamezne enote, ampak upoštevamo le okvirno delitev v jugozapadno tretjino, ki leži jugozapadno od Snežnika in Trnovskega gozda, in ostalo Slovenijo; in dalje, ako pri pretvarjanju iz Bf v m/sek ne vzamemo srednje vrednosti, temveč gornjo mejo. Tako dobljeni vrednosti sta: za jugozapadno tretjino 24 m/sek, za ostalo, notranjo Slovenijo, pa 14 m/sek.



IV.

S K L E P

Dokumentacija v obliki 20 letnih maksimalnih višin snežne odeje za 150 postaj je ustvarila zaradi svoje obsežnosti varljivo sliko. Študija naj bi pripeljala do hitrega rezultata, in sicer na osnovi dobre korelacije med višino snežne odeje in njeno težo. Analiza je pokazala, da Slovenija v pogledu nastajanja snežne odeje ne predstavlja enotnega področja. Snežna odeja, njeno nastajanje in izginjanje, ni odvisna le od absolutne višine področja in oddaljenosti od dinarsko-alpske pregrade, temveč tudi od stopnje aktivnosti sredozemskih depresij. Področje, ki pride pod vpliv depresij pa je spremenljivo in prav ta poteza je zasukala potek študije na pot novega iskanja; saj je dokumentacija, ki je v prvih pripravah pomenila trdno osnovo za uspešen zaključek dela, postala, vsaj za zastavljeni cilj, več ali manj neprimerna.

Na koncu iskanja novih poti so ostale na uporabo le maloštevilne postaje s podatki o izmerjeni teži odeje. Srečen slučaj, da je med maloštevilnimi zimami, v katerih so se opazovanja teže odeje vršila na 18 postajah, bila tudi s snegom izjemno dobro založena zima 1968/1969, je omogočil izdelavo ustrezne skice, izdelane na osnovi suponirane 17 letne opazovalne dobre.

Primerjava prvotne dokumentacije, ki je obsegala 20-letni niz za 150 postaj z novo dokumentacijo le 18 postaj s krajšim nizom, je dovoljevala na prvi pogled kaj majhne možnosti za uspeh zastavljene študije. In vendar je uspeh prijemljiv.



Do te študije ni bilo nikake pravilne ocene za mesto izjemne obtežbe v Ljubljani 1952 (~~208~~ kg/m<sup>2</sup>). Sedaj vemo, da s tolikšno obtežbo ne moremo računati na vsakih 100 let.

Nikake slike ni bilo o tem, kaj naj bo osnova za dimenzioniranje strešnih konstrukcij v naših glavnih, največjih mestih, kot so Ljubljana, Maribor, Celje in druga. Danes vemo, da je obstoječi normativ 125 kg/m<sup>2</sup> zelo blizu dejanskih kritičnih obtežb teh krajev.

Pomanjkanje slehernih preverjenih podatkov o kritičnih obtežbah v pasu največje gospodarske aktivnosti, to je do absolutne višine ca 500 m, ni dovoljevalo ni kakršnih ocen o prostorski razporeditvi kritičnih obremenitev. Sedaj vemo, da leže naša najnižja področja na vzhodu v pasu s pod 100 kg/m<sup>2</sup>; v visokem svetu s preko 2000 m pa smemo računati s preko 1000 kg/m<sup>2</sup>. V Julijskih Alpah pa smemo v višinah od 700 do 1500 m računati z vrednostmi preko 500 kg/m<sup>2</sup>, in ista obremenitev velja tudi za najvišja mesta Trnovskega gozda in Snežnika.

Končno so tu še podatki o jakosti odnosno hitrosti vetra. Prevladovalo je mnenje, da je reden pojav po večana hitrost vetra pred prehodom fronte, po prehodu pa zavлада relativno zatišje.

Podatki o maksimalnih hitrostih vetra v petih dnevih, potem, ko je v posameznih letih bila zabeležena najvišja snežna odeja, pokažejo povsem drugo sliko. Ta pa je taka, da je statik ne more obiti, saj moramo v no



tranji Sloveniji računati s hitrostmi 14 m/sek, v pasu burje pa celo s 25 m/sek.

Vsi navedeni podatki pomenijo za statika - projektanta strešnih konstrukcij še neobdelano področje, klimatološki službi pa napotek za zgostitev mreže ustreznih opazovanj.



VIRI IN LITERATURA

1. Milan Jeran, dipl. ing., Sekretariat za urbanizem. Razgovor dne 23.6.1956.
2. Nosan B.: Trajanje snežne odeje v Sloveniji. Arhiv HMZ SRS. Ljubljana 1955.
3. Hann J.: Handbuch der Klimatologie. B.D.I: Allgemeine Klimalehre. Stuttgart 1932.
4. Povše M.: Maksimalna snežna obtežba v Sloveniji za dobo 1949 do 1958. Arhiv HMZ SRS. Ljubljana 1961.
5. Flohn H.: Witterung und Klima in Mitteleuropa. Stuttgart 1954.
6. Furlan D.: Padavine v Sloveniji. Geografski vestnik VI. SAZU. Ljubljana 1961.
7. Reya O.: Padavine na Slovenskem v dobi 1919-1939. Geog. vestnik XVI. Ljubljana 1940.
8. Furlan D.: Padavinske karte Slovenije za obdobje 1925-1956. Arhiv HMZ-SRS. Ljubljana 1959.
9. Klimatski oris hitrih cest v Sloveniji. Arhiv HMZ-SRS. Ljubljana 1969.
10. Furlan D.: Zona maksimalnih padavin v Julijskih Alpah in njena utemeljitev. Razprave X. Ljubljana 1968.
11. Furlan D.: Temperature v Sloveniji. Institut za geog. SAZU. Ljubljana 1965.
12. Scherhag R.: Neue Methoden der Wetteranalyse und Wetterprognose.
13. Hromov P.S.: Einführung in die synoptische Wetteranalyse. Wien 1940.
14. Furlan D.: Nekaj novejših podatkov o padavinah v Julijskih Alpah. Letno poročilo met. službe za leto 1954. Ljubljana 1955.
15. Reya O.: Padavinska karta Slovenije. Zavod za geodezijo in geodinamiko. Ljubljana 1945.



16. Furlan D.: Snežne padavine v Sloveniji od 11. do 15. februarja 1952. Geog. zb.SAZU. Ljubljana 1955.
17. Caspar W.: Die Schneelast in Baden-Württemberg. Deutscher Wetterdienst, Zentralamt. Ofenbach/M 1965.
18. Vujević P.: Klimatološka statistika. Beograd 1956.
19. Conrad V and Pollak H.: Methods in Climatology. Cambridge 1950.
20. Linsley R.K., Kohler M.A., Paulus J.H.: Hydrology for Engineers. Mc Graw-Hill Book Company. New York, Toronto, London 1958.
21. Stefan H.: Ein Einheitliches Verfahren zur Bestimmung von Hochwasserheufigkeiten. Wasserwirtschaft 1968, H 8. Stuttgart 1968.
22. Rubinstein E.S.: Metodi klimatičeskoj obrabotki meteorologičeskih nabludenii, vip.1., 1937. Cirano v: Klimat Kirgizskoj SSR. Frunze 1965.

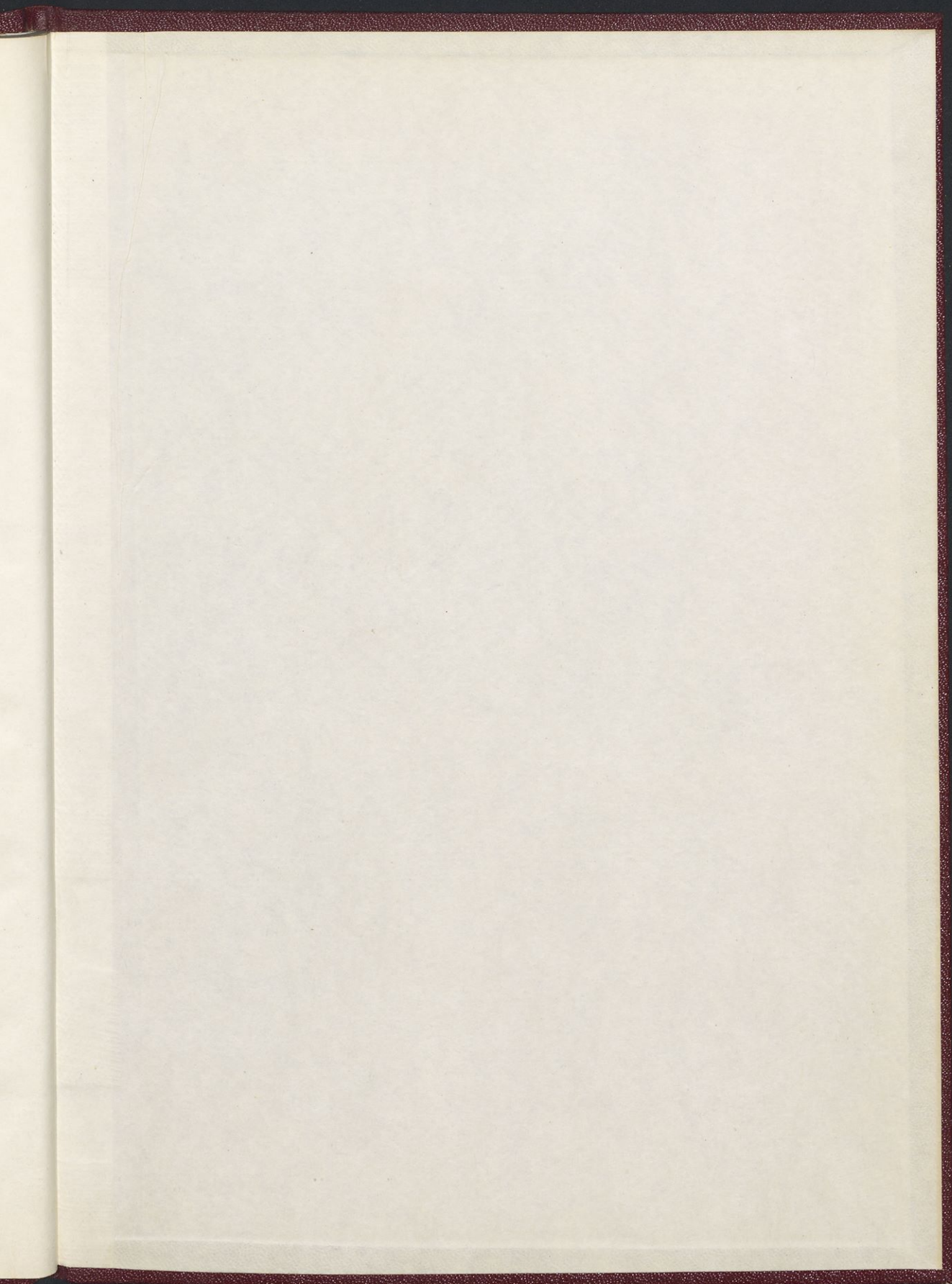














Narodna in univerzitetna knjižnica  
v Ljubljani

*SBK 2060*