

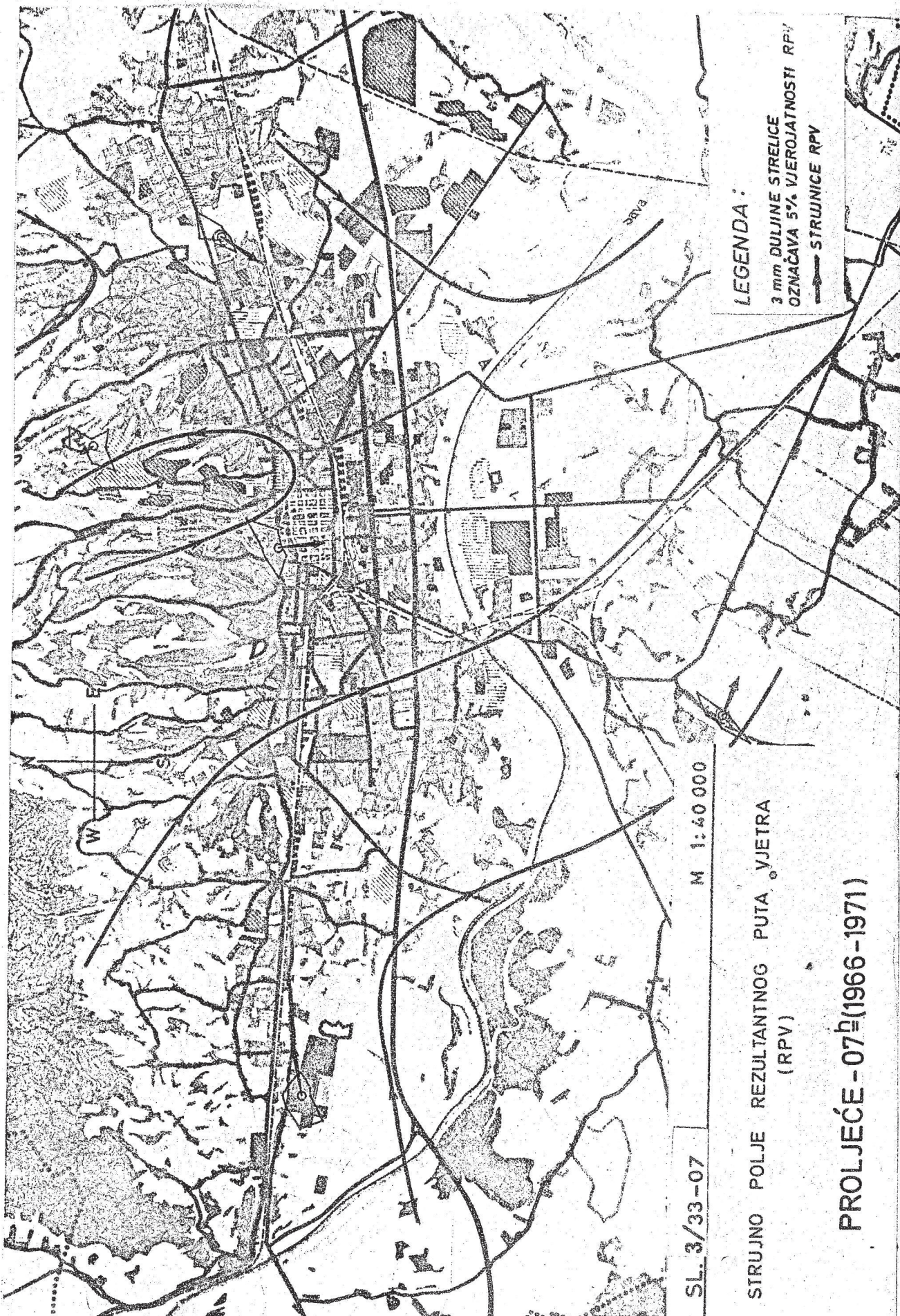
### 3.5.5 Dnevni režim aeracije

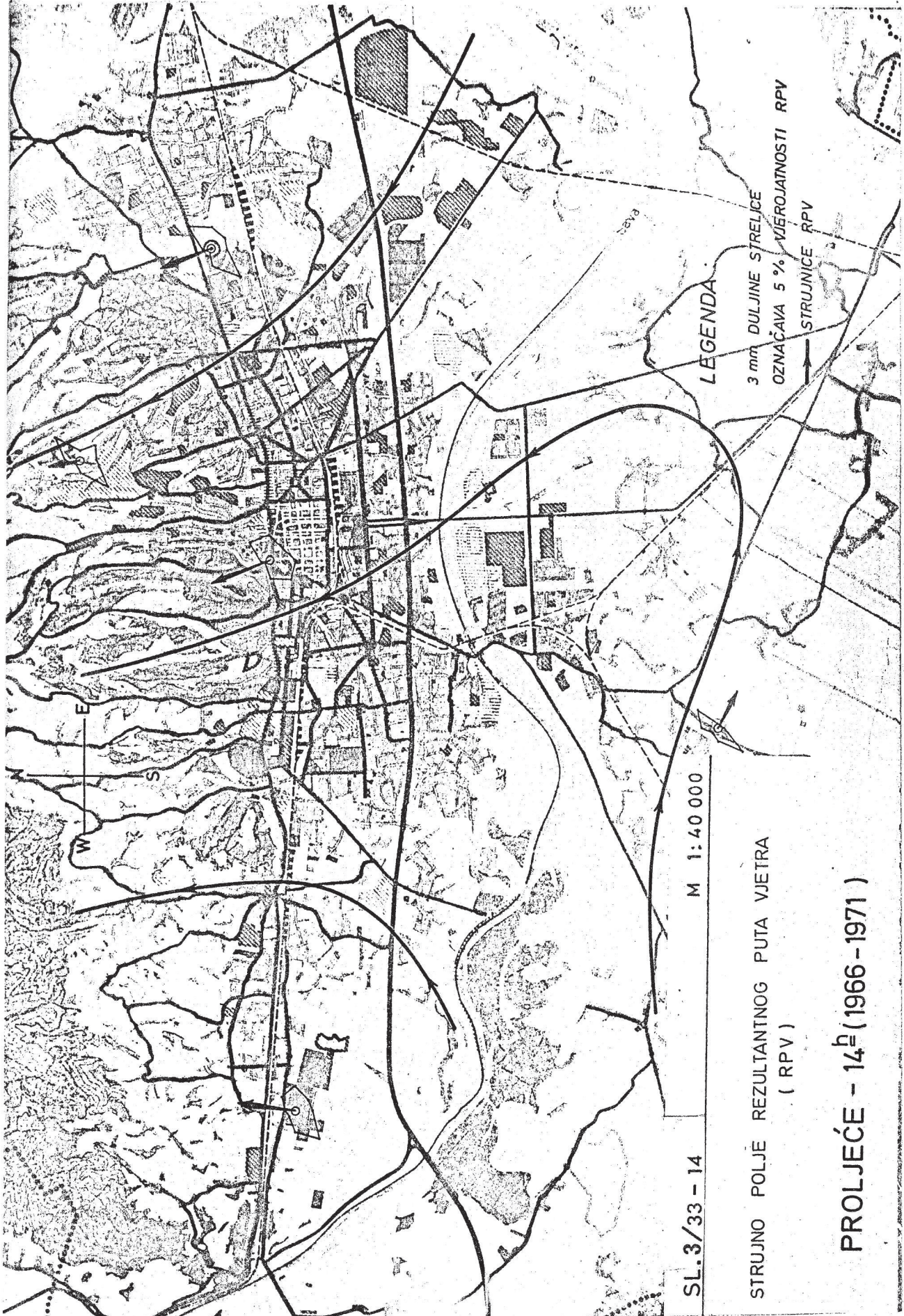
"Provjetravanje" gradova obično se proučava u integralnoj slici, uzevši čitav dan kao vremensku jedinicu. Poznato je, međjutim, da pogotovo u podnožju planina, postoji izraziti dnevni hod smjera i brzine vjetra. Zato je potrebno zakonitosti aeracije razmatrati u njenom dnevnom hodu, te tako ustanoviti kako i koliko se opća slika strujanja nad Zagrebom mijenja tokom dana.

a) Od pet razmatranih meteoroloških stanica u Zagrebu samo dvije (Grič i Maksimir) imaju satne podatke o smjeru i brzini vjetra. Međjutim, svih pet stanica ima podatke o smjeru u 07, 14 i 21 sat. Pomoću njih su izračunate prosječne sezonske ruže vjetra posebno za 07 sati, posebno za 14 sati, a posebno za 21 sat. Time je strujno polje raščlanjeno na tri komponente tokom dana, čime je dobivena mogućnost ispitivanja prostornih karakteristika režima strujanja nad Zagrebom ujutro, rano poslije podne i kasno navečer. Dalje su izračunati rezultatni putovi vjetra RPV za svaku meteorološku stanicu za 07, 14 i 21 sat. Oni su uneseni, zajedno s pripadnim ružama vjetra, na kartu zagrebačkog područja, te su izvučene "strujnice" RPV. Početna točka strelica na slikama pada u centralnu točku ruže vjetra (razmjer strelica označen je na kartama). Slijedi niz od dvanaest slika, koje pokazuju rezultatne smjerove pomaka čestica zraka (dakle i otpadnih tvari koje lebde u zraku) ujutro, u podne i navečer u svakom godišnjem dobu posebno.

Svaka od priloženih slika dokumentacioni je materijal za razdoblje 1966.-1971. i sa svake se može "čitati" u kojem smjeru i s kojom vjerojatnošću se može očekivati prijenos čestica u području Zagreba. Najznačajnija je ovdje opća karakteristika *promjene* smjera RPV tokom dana: naime, u hladnijem dijelu dana zrak pri tlu spušta se s Medvednice prema jugu, a u toplijem, podnevnom dijelu dana, cirkulacija mijenja smjer, te strujanje teče od juga, preko Zagreba prema Medvednici. Na taj se način strujni režim preko područja Zagreba uklapa, u klimatološkom prosjeku, u katabatičke i anabatičke vjetrove (niz - i uz) padina Medvednice.

Detaljnijim razmatranjem slika uočavamo dalje da su najrazvijeniji katabatički vjetrovi kasno navečer u toplijem dijelu godine, dok je podnevno, anabatičko strujanje općenito slabije. Smjer rezultatnog puta vjetra niz padine Medvednice varira između NW i NE, međjutim rezultatni podnevni prijenos čestica teče tokom čitave godine od jugoistoka, okomito prema glavnom grebenu Medvednice. Prisjetimo li se sumarnih sezonskih ruža vjetra, uočiti ćemo slabu razvijenost jugoistočnih vjetrova nad našim gradom. Međjutim, tokom toplijeg dijela dana slika strujanja se izrazito mijenja, jer su tada SE vjetrovi najčešći tokom čitave godine. Ova je činjenica veoma nepogodna obzirom na veliki kompleks industrije u jugoistočnoj periferiji grada, odakle se u podnevnim satima prenose zagadjene otpadne čestice prema centru grada.





SL.3/33 - 14

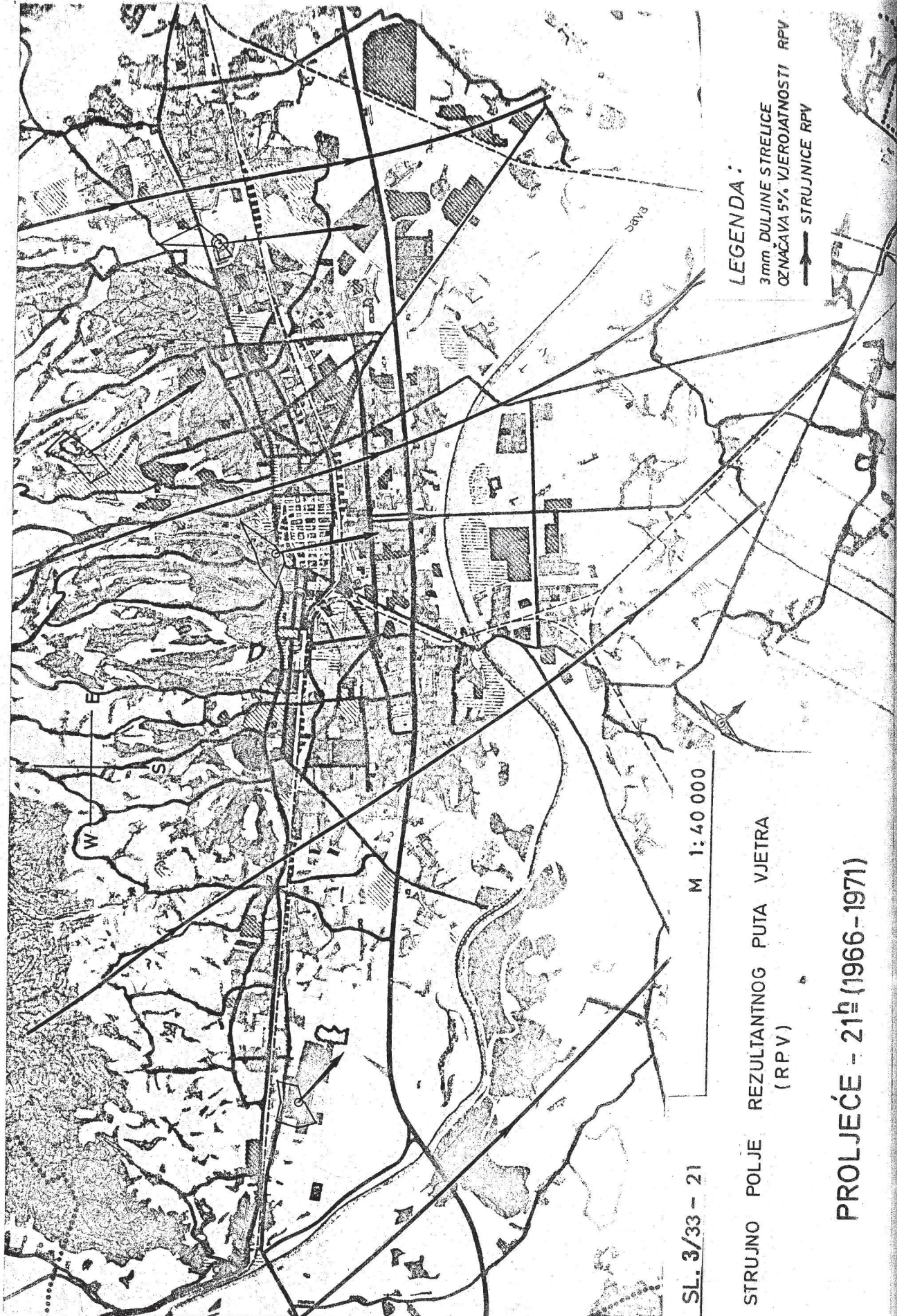
M 1:40 000

STRUJNO POLJE REZULTANTNOG PUTA VJETRA  
( RPV )

PROLJEĆE - 14<sup>b</sup> (1966-1971)

LEGENDA

3 mm DULJINE STRELICE  
OZNAČAVA 5% VJEROJATNOSTI RPV  
STRUJNICE RPV



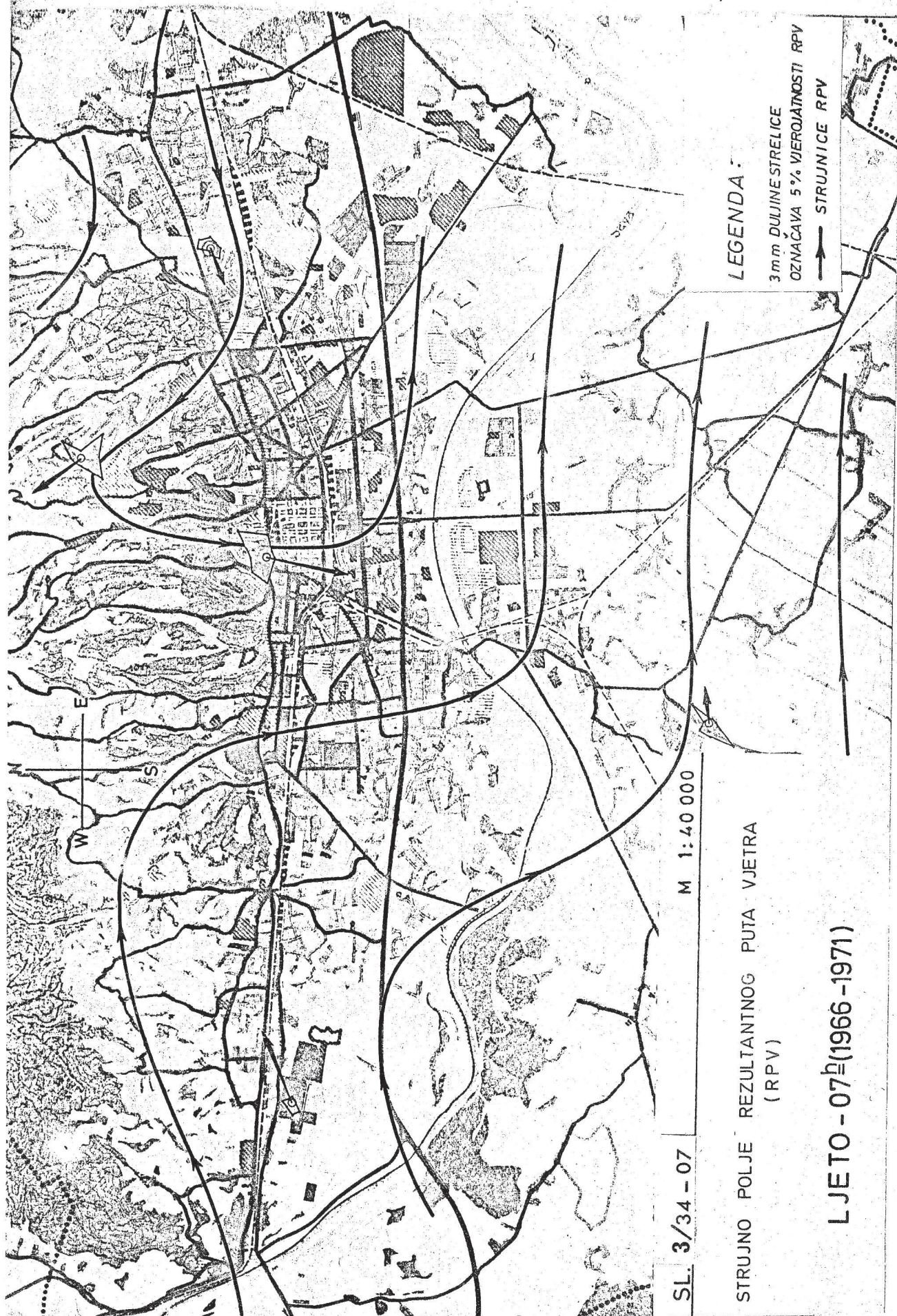
LEGENDA:  
 3mm DULJINE STRELICE  
 OZNAČAVA 5% VJEROJATNOSTI RPV  
 → STRUJNICE RPV

M 1:40 000

SL. 3/33 - 21

STRUJNO POLJE REZULTANTNOG PUTA VJETRA  
 (RPV)

PROLJEĆE - 21<sup>h</sup> (1966-1971)



LEGENDA:

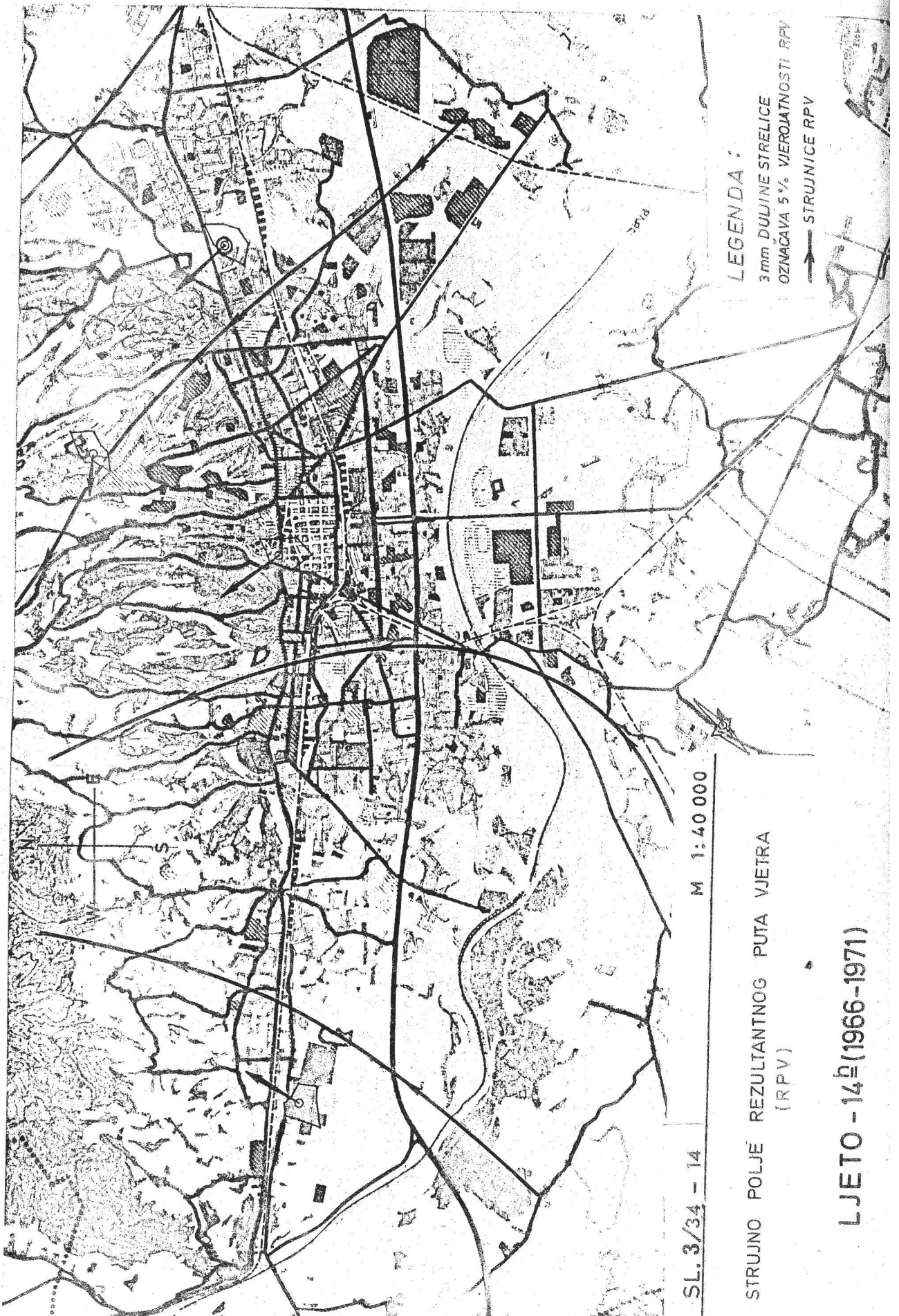
3 m m DULJINE STRELICE  
 OZNAČAVA 5% VJEROJATNOSTI RPV  
 → STRUJNICE RPV

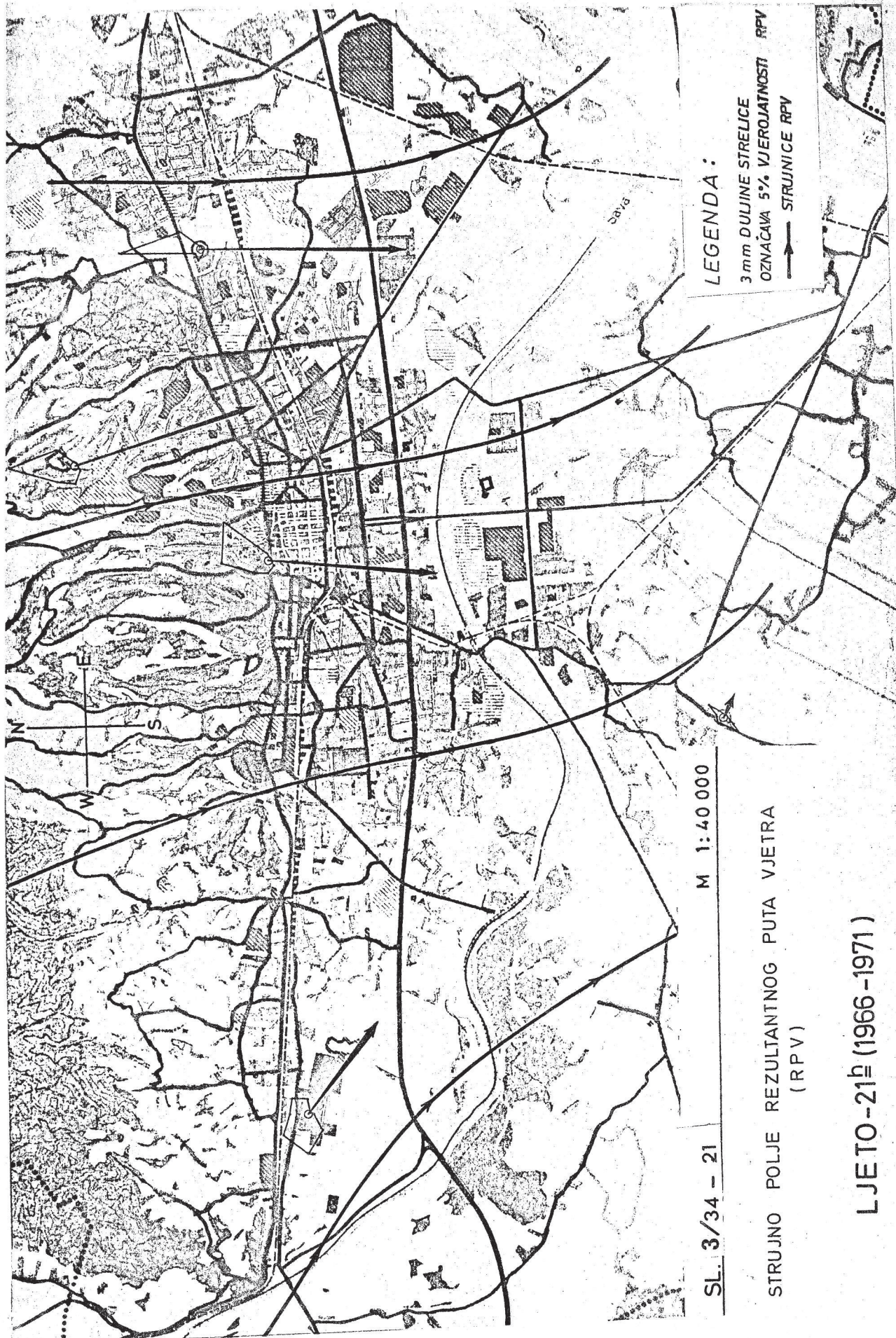
M 1:40 000

SL. 3/34 - 07

STRUJNO POLJE REZULTANTNOG PUTA VJETRA  
(RPV)

L J E T O - 0 7 (1966 - 1971)





LEGENDA :

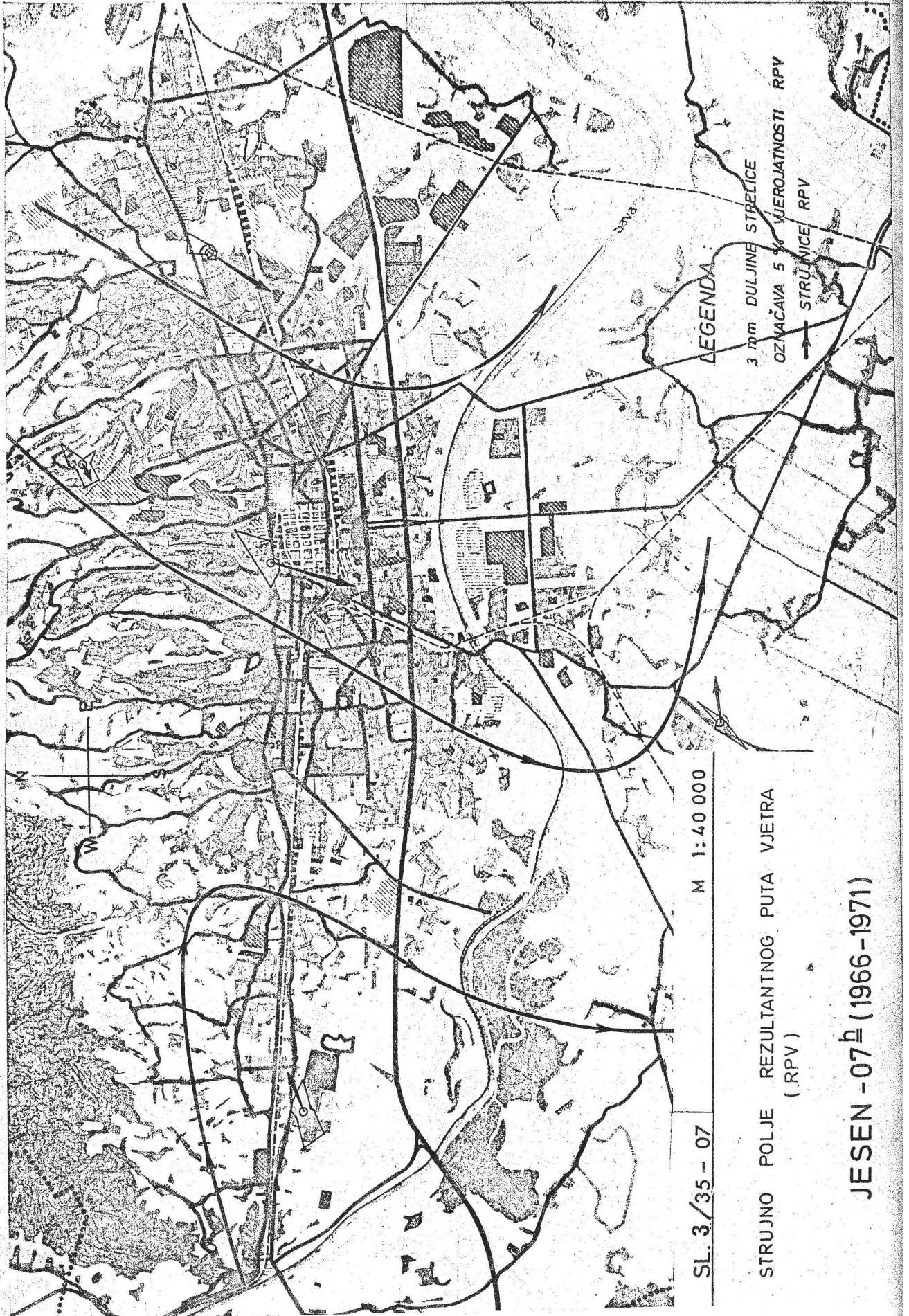
- 3 mm DULJINE STRELJCE
- OZNAČAVA 5% VJEROJATNOSTI RPV
- STRUJNICE RPV

M 1:40 000

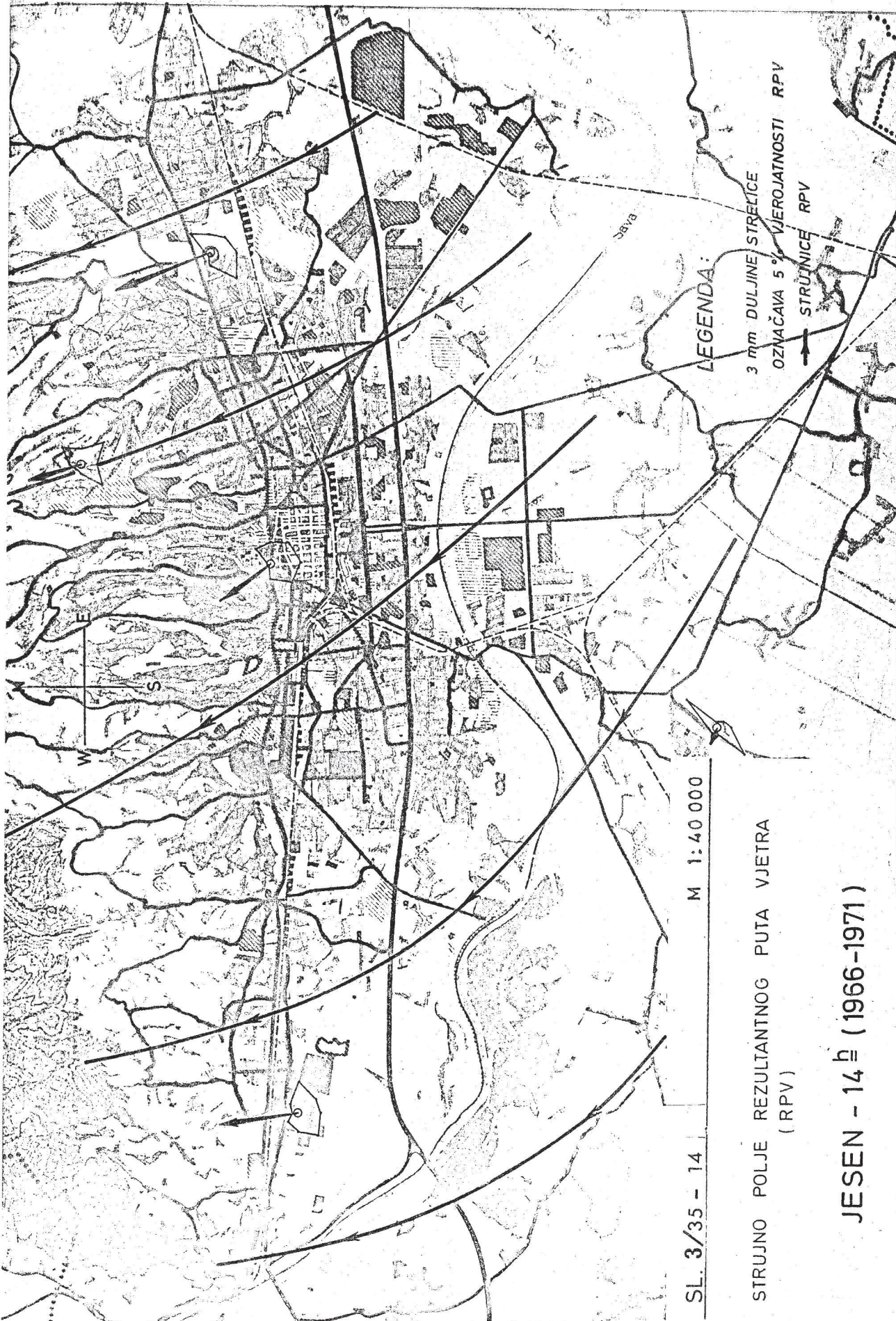
SL. 3/34 - 21

STRUJNO POLJE REZULTANTNOG PUTA VJETRA  
(RPV)

LJETO - 21<sup>h</sup> (1966 - 1971)



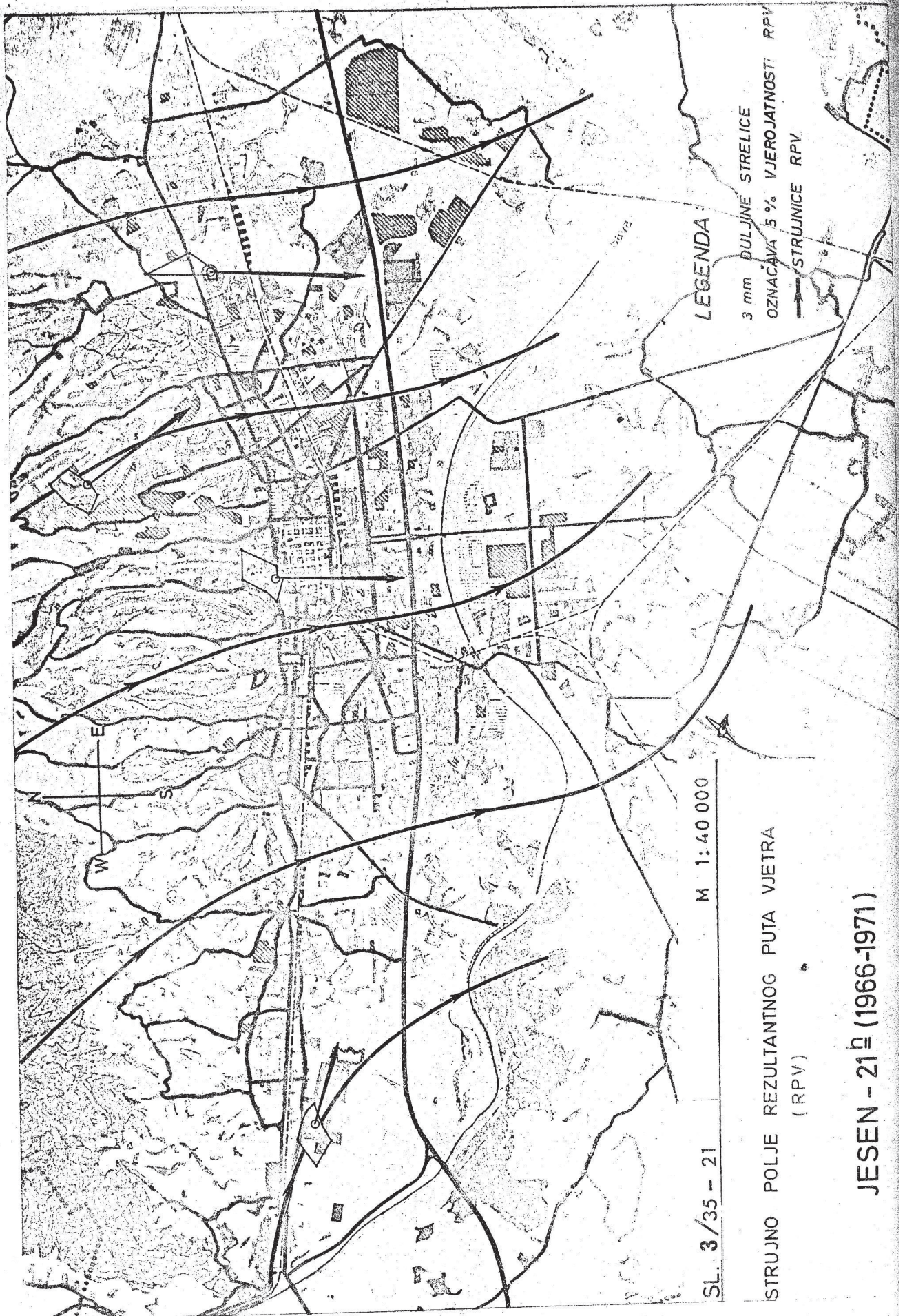




SL. 3/35 - 14 | M 1:40 000

STRUJNO POLJE REZULTANTNOG PUTA VJETRA  
(RPV)

JESEN - 14<sup>h</sup> (1966-1971)



SL. 3/35 - 21

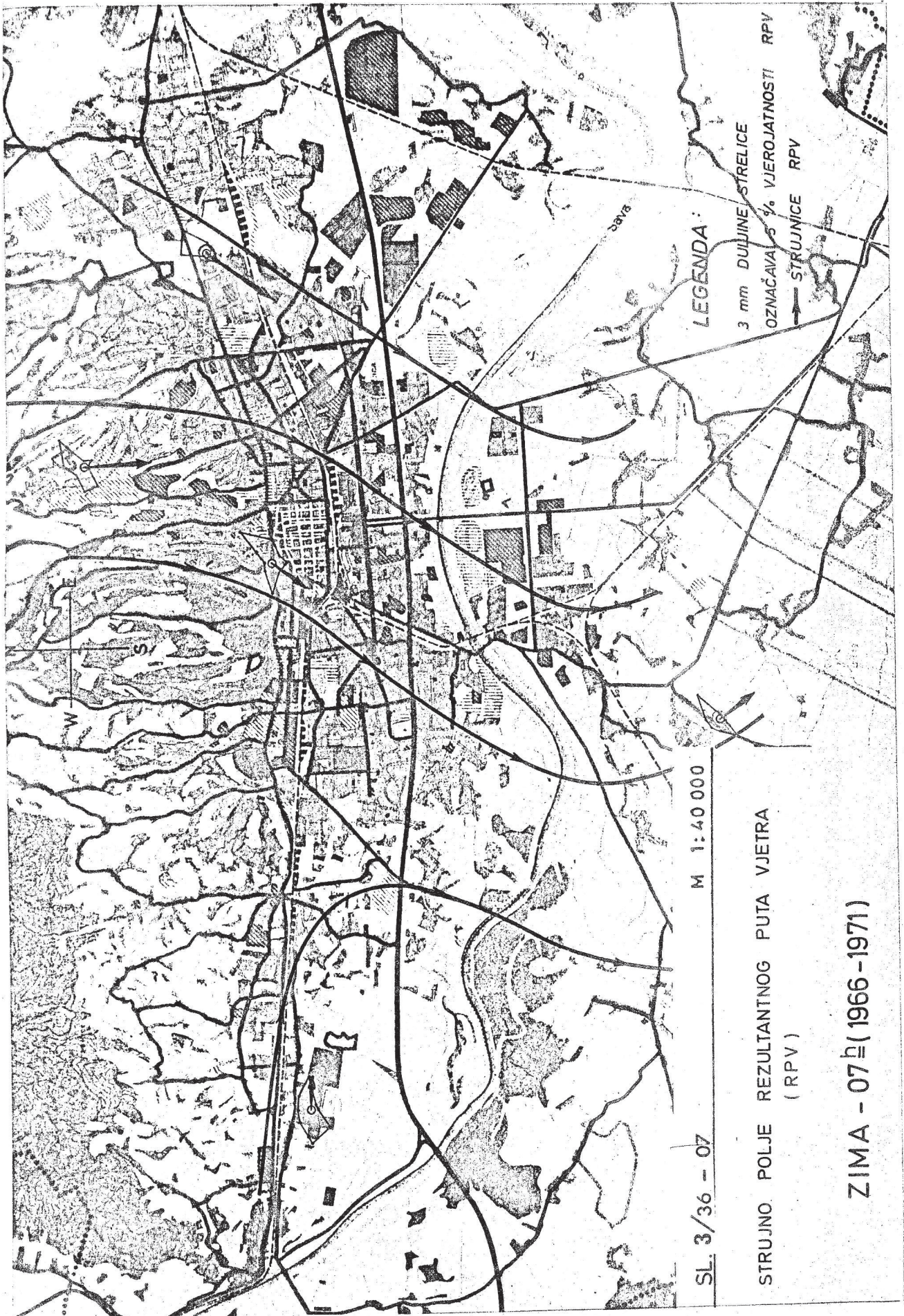
M 1:40 000

LEGENDA:

- 3 mm PULJINE STRELICE
- OZNAČAVA 5% VJEROJATNOSTI RPV
- STRUJNICE RPV

STRUJNO POLJE REZULTANTNOG PUTA VJETRA  
(RPV)

JESEN - 21<sup>b</sup> (1966-1971)



M 1:40 000

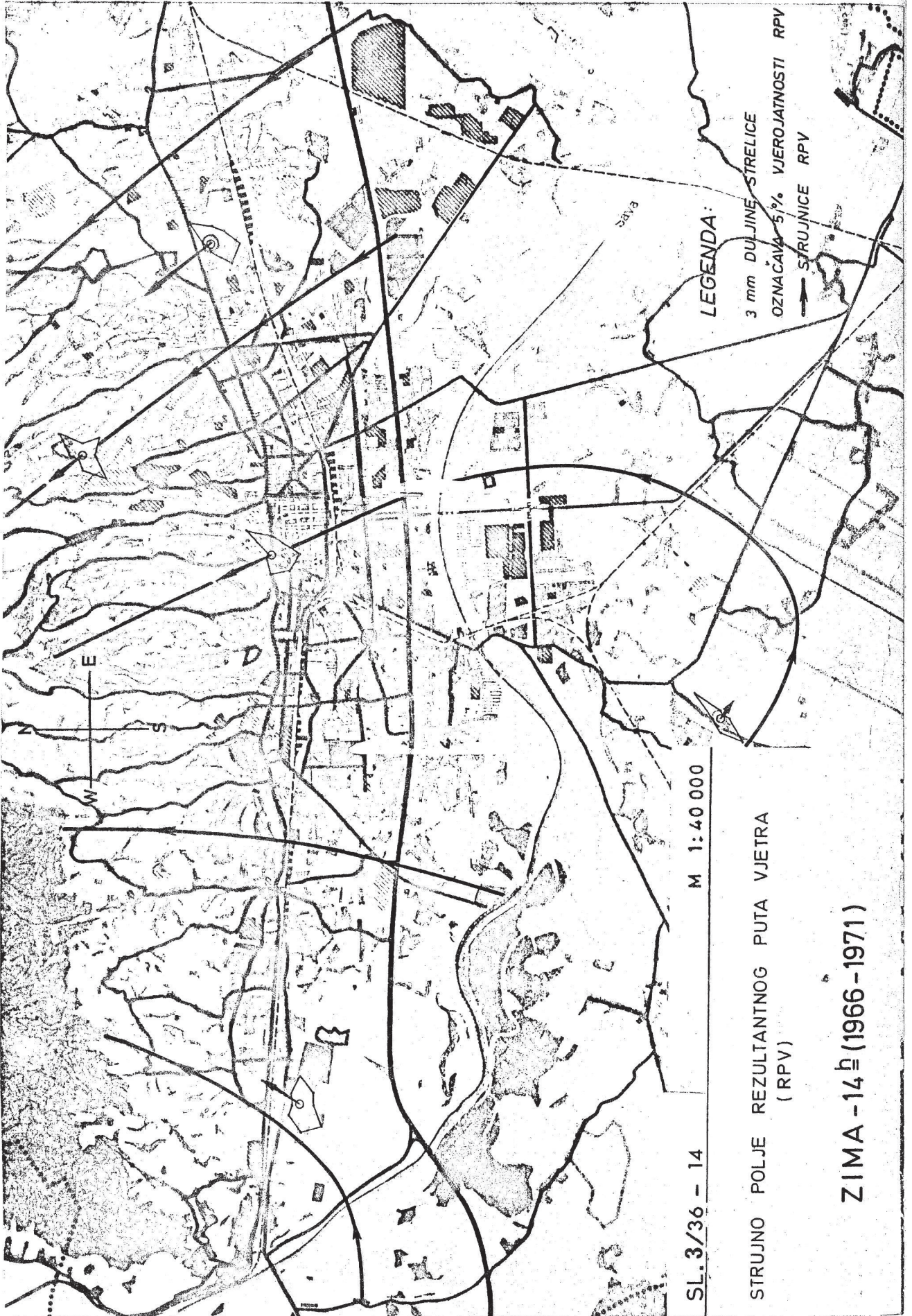
SL. 3/36 - 07

STRUJNO POLJE REZULTANTNOG PUTA VJETRA  
(RPV)

ZIMA - 07 h (1966-1971)

LEGENDA:

3 mm DULJINE STRELICE  
 OZNAČAVAJU 1/4 VJEROJATNOSTI RPV  
 — STRUJNICE RPV



SL. 3/36 - 14

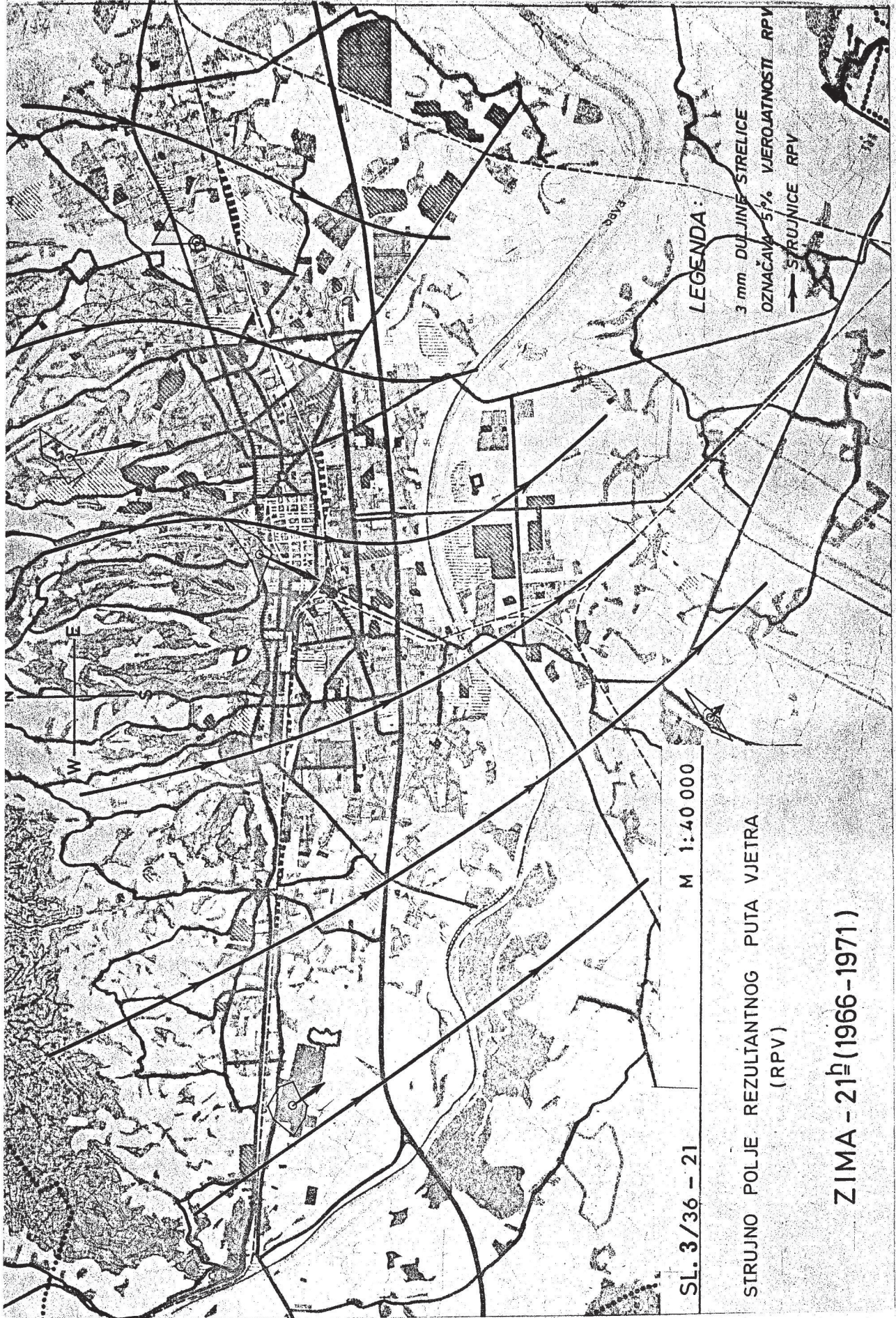
M 1:40 000

STRUJNO POLJE REZULTANTNOG PUTA VJETRA  
(RPV)

ZIMA -14 h (1966-1971)

LEGENDA:

3 mm DULJINE STRELICE  
OZNAČAVA 5% VJEROJATNOSTI RPV  
— STRUJNICE RPV



SL. 3/36 - 21

M 1:40 000

STRUJNO POLJE REZULTANTNOG PUTA VJETRA  
(RPV)

ZIMA - 21<sup>h</sup> (1966 - 1971)

Nažalost, postojeći podaci o  $SO_2$  i dimu za razdoblje od 1966-1971. na području Zagreba ne omogućavaju dokumentiranje spomenutih činjenica u klimatološkom, prosječnom smislu. Ipak se na osnovi razmještaja industrije u Zagrebu, te strujnih polja RPV, može reći da zagrepčani u užem centru grada udišu bolji zrak noću nego oko podne.

Cirkulacioni sistem vjetrova niz - i uz obronke Medvednice ima dosta veliki razmjer, te doseže približno do Botinca. Iz priloženih slika očito proizlazi da područje Botinca već pripada općem režimu pretežnog prijenosa čestica od zapada prema istoku, što u znatnoj mjeri (uz izvjesne modifikacije) vrijedi i za Podsused na krajnjem zapadnom rubu Medvednice.

b) Formule za izračunavanje resultantnog puta vjetra primijenjene su u ovoj studiji samo na procentualne učestalosti puhanja vjetra pojedinog smjera. Medjutim, obzirom na promjenu smjera RPV u terminu od 14 sati, postavlja se pitanje djelovanja *srednjih terminskih* jačina vjetra na konačnu vrijednost i smjer resultantnog puta vjetra.

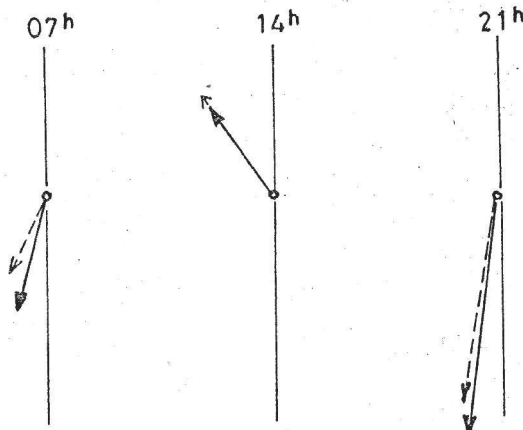
Da bi se odgovorilo na to pitanje, izračunate su komponente puta vjetra ljeti u 07, 14 i 21 sat za stanicu Zagreb-Grič. U račun su uzete i srednje ljetne jačine vjetra (u Beaufortima) u 07, 14 i 21 sat. Ljeto je odabrano zato jer su upravo u tom godišnjem dobu najveće procentualne učestalosti RPV u 14 sati prema Medvednici, te u 21 sat od Medvednice prema Zagrebu. Trebalo je odgovoriti na pitanje mijenjaju li različite srednje jačine vjetra ujutro, u podne i navečer karakteristike resultantnog puta vjetra, u odnosu na RPV tokom hladnijeg i toplijeg dijela dana. Rezultate izračunavanja daje slijedeća tabela:

Tabela 3-9. Komponente RPV (izračunate pomoću učestalosti i jačine vjetra) Grič - ljeto (1966-1971.)

Sat	07 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	21 <sup>h</sup>
komp. RPV			
$P_N$	98.0	-126.0	275.6
$P_E$	59.3	93.3	50.0
$\bar{V}$ Beauforta	1.0-1.5	1.9-2.5	1.0-1.8

$\bar{V}$  u tabeli je srednja ljetna jačina u Beaufortima, pri čemu donja granica pripada SE-vjetrovima, gornja granica u 07 i 14 sati pripada W-vjetrovima, a u 21 sat N i NE - vjetrovima. Srednje ljetne jačine ostalih smjerova kreću se između ovih granica.

Vrijednosti  $P_N$  i  $P_E$  u tabeli 3-9 nisu više čisti %, nego umnožak procenata  $N$  i jačine, te *nisu usporedive* s analognim podacima o RPV, izračunatim samo pomoću učestalosti vjetra. Međutim, ovdje je važno, mijenja li se *odnos* terminskih vrijednosti RPV, ako se u račun uzmu i srednje jačine vjetra, a to se može uočiti iz slijedećeg grafikona:



SL.3/37 VEKTORI RPV IZRAČUNATI SAMO NA OSNOVU ČESTINA SMJEROVA VJETRA (—) I POMOĆU ČESTINA I JAČINA VJETRA (---), ZAGREB - GRIČ, LJETO (1966-1971.)

Premda pune i crtkane strelice nisu usporedive, može se uočiti da u sezonskom višegodišnjem, dakle klimatološkom prosjeku, promjena jačine vjetra tokom dana *nema* znatniji upliv na rezultatni prijenos čestica. Logično, ovakva opća klimatološka karakteristika doživljava znatne modifikacije u pojedinačnim, momentalnim vremenskim stanjima.

c) RPV opisuje prosječne karakteristike strujnog režima nad područjem Zagreba. Tu je u osnovi pokazano da postoji priliv zraka od Medvednice prema Zagrebu u hladnijem dijelu dana, i obratno od Zagreba prema Medvednici oko podne. Međutim, podaci samo iz tri termina motrenja nisu mogli pokazati kada tokom dana, u prosjeku, dolazi do promjene smjera ovog rezultatnog prijenosa zraka, odnosno koliko dugo traje prijenos čestica od Medvednice prema Zagrebu, i

obratno. To međutim omogućuju satni vektorski srednjaci smjera i brzine vjetrova, izračunati na osnovi registracija anemografa na opservatoriju Zagreb-Maksimir u 1971. i 1972. godini.

Problem katabatičkih vjetrova s Medvednice proučava se na široj naučnoj osnovi u Institutu za fiziku atmosfere JAZU. U našem radu fizikalna strana problema nije razmatrana. Obrada podataka i studija o rezultatima ima deskriptivni karakter, orijentiran na praktičnu primjenu.

Dnevni hod vektorskih satnih srednjaka, prikazan na sl. 3/38a i sl. 3/38b po mjesecima tokom dvije godine, ukazuje na slijedeće činjenice:

1 - Tokom čitave godine prevladava noću strujanje od Medvednice prema Zagrebu, što znači priliv svježeg zraka u naš grad. Dužina strelice pokazuje u kojim je mjesecima i kada u toku dana taj priliv najintenzivniji. Jače strujanje iz sjevernog kvadranta uglavnom počinje navečer, nakon zalaza sunca, nastavlja se noću i počinje slabiti ujutro nakon izlaska sunca.

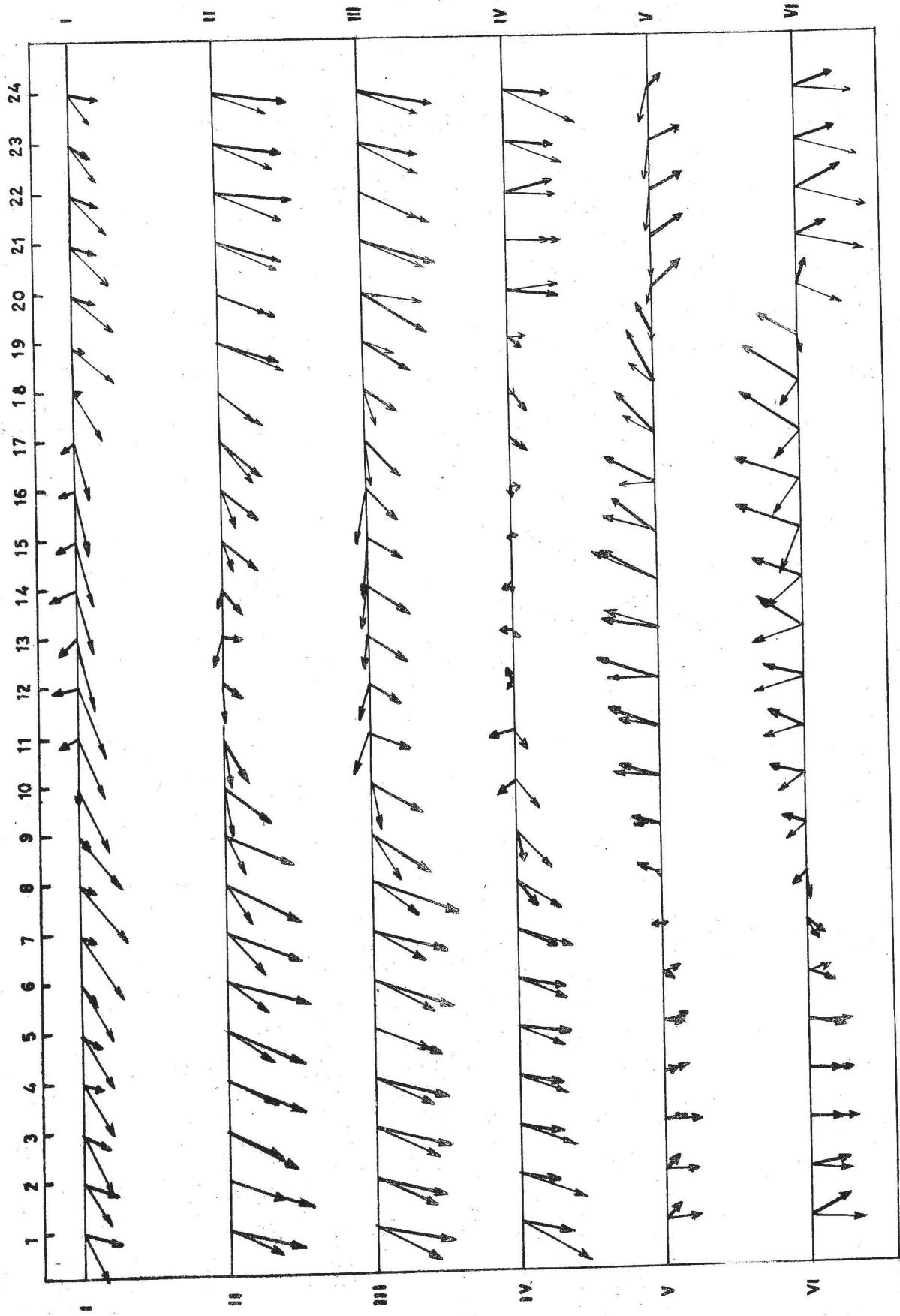
2 - U većini slučajeva rezultatni smjer vjetrova mijenja tokom svijetlog dijela dana, prelazeći na strujanje iz južnog kvadranta, ili na istočne vjetrove.

3 - Sistem katabatičkih i anabatičkih vjetrova na padinama Medvednice, s relativno pravilnom promjenom smjera vjetrova, može se razviti samo u stabilnoj atmosferi, koja omogućuje nastajanje lokalne cirkulacije. Međutim, u svim ostalim slučajevima više ili manje labilne stratifikacije atmosfere, vjetrovi nad Zagrebom uklapaju se u makro-strujni sistem, koji "briše" lokalnu cirkulaciju.

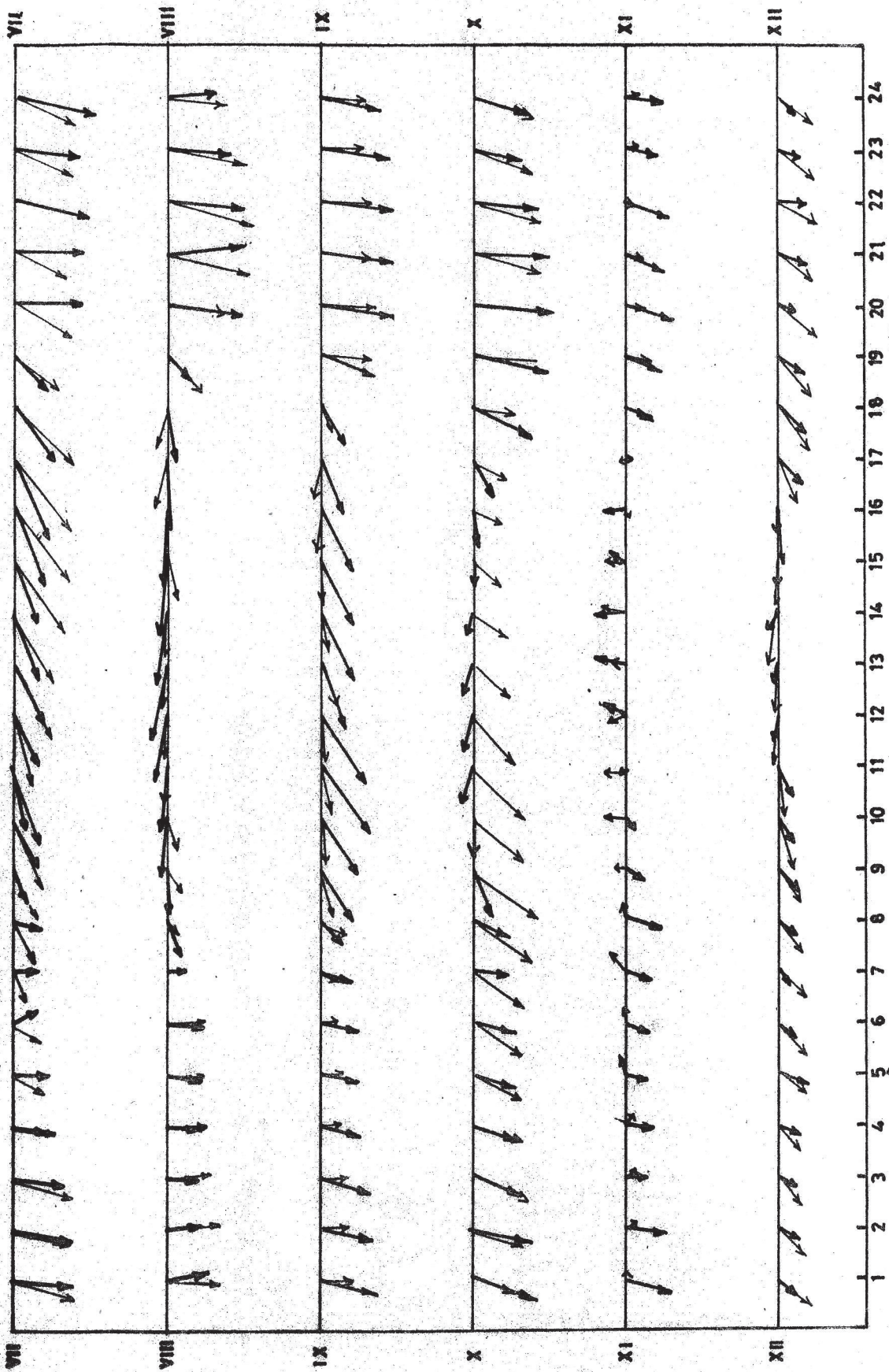
Sudeći po dnevnom hodu smjera i brzine vjetrova na slikama 3/38a i 3/38b, najstabilnije vremenske prilike u Zagrebu tokom 1971. i 1972. bile su u svibnju i lipnju, iza čega slijede listopad, studeni i prosinac.

Obzirom da su vektorski srednjaci izračunati samo za dvije godine, ne može se ovdje zaključiti, je li stabilnost u navedenim mjesecima odlika upravo tih godina, ili spada u klimatske karakteristike Zagreba.





SL.3/38a VEKTORSKI SATNI SREDNJACI VJETRA - ZAGREB MAKSIMIR ( I - VI 1971 → , 1972 → ; → 1 m / sek )



SL.3/38 b VEKTORSKI SATNI SREDNJI VJETRA - ZAGREB MAKSIMIR (VII-XII 1971 →, 1972 →→; →→→ 1 m/sek)

## 3.6

## ULOGA OBORINA U PROČIŠĆAVANJU GRADSKOG ZRAKA

Očito je da je zrak nakon kiše svježiji i čišći. O tome koliko oborine "ispiru" gradski zrak i kakva je njihova uloga u tom procesu napisano je već dosta radova i još uvijek se u svijetu radi na rješavanju tog pitanja. Ovaj je proces veoma kompleksan. Naime, kiša u vidu pljuska doista "opere" zrak i to tako da upije prljave sitne čestice i plinove (npr.  $\text{SO}_2$ ) i prenosi ih na tlo. Padajući kroz zrak s velikim koncentracijama  $\text{SO}_2$ , kapljice kiše pretvaraju se u kapljice sumporne kiseline i zagadjuju tlo. Medjutim, gusta i sitna kiša, natopljena s  $\text{SO}_2$ , zagadjuje i najniže slojeve zraka. Pokazalo se da u zimskim mjesecima snijeg dosta efikasno "očisti" zrak, medjutim i kod njega je učinak različit ako pada u gustim, teškim nakupinama, odnosno ako sitne pahuljice snijega gotovo lebde u zraku. U djelu AIR POLLUTION (WANTA, 1968.) navodi se, kao osnovno u ovom procesu, da "padanje kišnih kapi lako otklanja veće čestice. Manje se čestice skupljaju u kišnim kapima". Teoretske i empiričke zakonitosti u vezi s fizikom formiranja i padanja kišnih kapi, te pročišćavanje zraka, pokazuju da "jednoliko raspoređene kišne kapi, koje padaju brzinom od 1 mm/sat, uklanjaju iz zraka, za 15 minuta, 28% čestica veličine  $10 \mu$  u stupcu zraka kroz koji prolaze. Efikasnost ovog uklanjanja smanjuje se s opadanjem veličine čestica i postaje zanemarivo mala za čestice od  $2 \mu$  i manje". Poseban je problem odnosa intenziteta pročišćavanja i istovremenog zagadjivanja zraka iz izvora emisije  $\text{SO}_2$ . U određenim situacijama čak se može dogoditi da se, nakon padanja oborine, izmjere veće koncentracije  $\text{SO}_2$  (GAJZAGO, 1970.). Sve to u cjelini veoma otežava ispitivanje uloge oborina i nalaženje neke mjere za ocjenu koliko i kako određena količina oborina, uz određeno trajanje, može djelovati na koncentracije zagadjenja, posebno na koncentracije  $\text{SO}_2$ .

U našem slučaju, pored kompleksnosti čitavog problema, naročito dolazi do izražaja pomanjkanje satnih mjerenja koncentracije  $\text{SO}_2$ . Zato je i ovdje načinjen pokušaj da se iskoriste postojeći dnevni srednjaci  $\text{SO}_2$ .

U tu su svrhu pregledane i usporedjene dnevne vrijednosti palih oborina s dnevnim koncentracijama  $\text{SO}_2$ . Korišteni su podaci opservatorija na Griču, te koncentracije  $\text{SO}_2$  izmjerene u najzagadjenijem centralnom dijelu grada, tj. na mjernom mjestu "Traumatološka bolnica". Cilj je bio da se ustanovi, smanjuje li padanje oborina koncentracije zagadjenosti u strogom centru grada. Ispitane su godine 1969, 1970. i 1971.

Osnovnu poteškoću i ovdje je činio nedostatak satnih vrijednosti  $\text{SO}_2$ , kao i činjenica da se u 07 sati mjeri količina oborina, koja je pala od 07 sati prethodnog dana, a da se dnevne koncentracije  $\text{SO}_2$  mjere u periodima od 13 sati jednog do 13 sati drugog dana.

Očito je da će oborina, izmjerena u 07 sati n-tog dana, najviše djelovati na koncentracije  $SO_2$ , izmjerene između 13 sati (n-1) dana i 13 sati n-tog dana. Na tom su principu ispitivani svi slučajevi kada su padale oborine na Griču, a to je ukupno 447 dana s oborinama  $\geq 0.1$  mm.

Pokazalo se da dnevne količine oborina, manje od 5 mm, uopće ne djeluju na dnevnu koncentraciju  $SO_2$ .

U 1969, 1970. i 1971. bilo je ukupno 156 dana s oborinama  $\geq 5$  mm. U svim tim slučajevima oborine su djelovale u smislu smanjenja koncentracije  $SO_2$ . Međutim, na osnovi ovakvih podataka nije se mogla ustanoviti nikakva ovisnost smanjenja koncentracije o količini ili intenzitetu oborina. Slaba veza postoji između koncentracije  $SO_2$  i trajanja oborine. Međutim, ovdje se pokazalo da je važno ne samo koliko dugo, već i kada su tokom dana oborine pale, kao i jesu li bile praćene vjetrom.

Sve do sada navedeno može se kvalitativno nazrijeti, ali bez satnih mjerenja  $SO_2$ , ne može se uopće detaljnije proučiti. Jedino ako su oborine padale uzastopce nekoliko dana, mogao se odrediti i postotak smanjenja koncentracije  $SO_2$ . Karakterističan je takav slučaj u kolovozu 1970. godine. Oborine su padale dana 7. (17.8 mm), 8. (55.9 mm), 9. (24.7 mm), 10. (11.5 mm) i 11. (5.9 mm), a kroz to je vrijeme dnevna koncentracija  $SO_2$  pala od  $147 \mu\text{g m}^{-3}$  na  $18 \mu\text{g m}^{-3}$ , dakle za 88% od početne vrijednosti.

Iz svega slijedi da oborine mogu imati znatan upliv na prizemne koncentracije zagađenosti zraka, ali da je za ispitivanje zakonitosti, koje eventualno karakteriziraju taj upliv, potreban opsežan studij, baziran na kontinuiranim registracijama i oborina i zagađenosti zraka, kao i istovremenim podacima o strujanju zraka.

### 3.7 ZAVISNOST KONCENTRACIJA $SO_2$ U ZAGREBU O VERTIKALNOM GRADIJENTU TEMPERATURE I BRZINI VJETRA

U ovom poglavlju iznijet će se rezultati istraživanja o ulozi vertikalnog gradijenta temperature i brzine strujanja u onečišćavanju zraka u Zagrebu.

Vertikalna struktura temperature zraka može biti takva, da idući od tla temperatura s visinom pada, zatim ostaje konstantna (izotermija) ili pak da raste (inverzija).

U prvom od nabrojanih slučajeva, kada temperatura s visinom pada za oko  $1^\circ\text{C}/100\text{m}$  ili više, atmosfera je neutralna ili labilna. Labilna atmosfera pogoduje vertikalnom kretanju zraka, stvaranju vrtložnih gibanja (turbulencija), što sve doprinosi intenzivnom miješanju zraka između nižih (najdonjih) i viših slojeva troposfere. U takvoj se situaciji bilo

koja količina  $\text{SO}_2$  također prenosi iz najdonjeg sloja u više slojeve atmosfere, pa njegove koncentracije u prizemnom sloju, neposredno uz tlo, nisu tako velike.

Medjutim, pri izotermiji i inverziji (stabilna atmosfera) uz spuštanje zraka, pri tlu obično vlada tišina ili pušu vrlo slabi vjetrovi. Uz takvo ponašanje promatranih meteoroloških veličina (vertikalnog gradijenta temperature  $\partial t/\partial z$  i brzine vjetera  $V$ ) dolazi do zadržavanja  $\text{SO}_2$  unutar plitkog prizemnog sloja, i na taj način do vrlo visokih koncentracija  $\text{SO}_2$ .

Ukoliko brzina vjetera u stabilnoj atmosferi poraste i premaši neki kritični iznos, strujanje zraka postaje turbulentno, što ima za posljedicu (zbog pojačanog miješanja zraka) smanjenje stabilnosti.

Promatranje zavisnosti koncentracije  $\text{SO}_2$  o meteorološkim uvjetima ograničilo se samo na naprijed opisana dva parametra, jer je njihova uloga u onečišćavanju atmosfere najbitnija. Utjecaji nekih drugih meteoroloških veličina mnogo su manji, pa su se u ovoj studiji mogli zanemariti. Prema tome, za koncentracije  $\text{SO}_2$  koje su upravno proporcionalne s gradijentom temperature  $\partial t/\partial z$ , a obrnuto proporcionalne s intenzitetom strujanja  $V$ , postoji slijedeća zavisnost:

$$K(\text{SO}_2) \approx f \frac{\left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)}{V} \quad (3.3)$$

Za ispitivanje ove veze koristio se trogodišnji uzorak (1969-1971.) podataka aritmetičkog srednjaka koncentracija  $\text{SO}_2$  obilježen kao  $\bar{K}(\text{SO}_2)$ , za 7 stanica na području grada, posebno za zimski i ljetni period godine.

Meteorološki parametri određeni su za isti 24-satni interval vremena na koji se odnose mjerenja  $\bar{K}(\text{SO}_2)$ . Pošto podaci  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  predstavljaju srednju dnevnu koncentraciju  $\text{SO}_2$  od 13 sati  $n$ -tog do 13 sati  $(n+1)$ -og dana, to su i gradijent temperature i brzina vjetera promatrani kao srednjaci istog vremenskog perioda.

Ispitivanja su pokazala da se srednji gradijent temperature  $\partial t/\partial z$ , za hladni dio godine, treba odrediti kao aritmetički srednjak gradijenta temperature  $n$ -tog dana u 13 sati i  $(n+1)$ -og dana u 01 sat iz radiosondažnih mjerenja, koja se u tim terminima svakodnevno obavljaju u Maksimiru:

$$\left(\overline{\frac{\partial t}{\partial z}}\right) = \frac{\left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)_{n,13} + \left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)_{(n+1),01}}{2} \quad (3.4)$$

a za topli dio godine potrebno je još pridružiti i  $\partial t/\partial z$   $(n+1)$ -og dana u 13 sati.

$$\left(\overline{\frac{\partial t}{\partial z}}\right) = \frac{\left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)_{n,13} + \left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)_{(n+1),01} + \left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)_{(n+1),13}}{3} \quad (3.4')$$

Za intenzitet strujanja uvažavali su se podaci o brzini vjetra opservatorija Zagreb-Grič, za koje se smatra da su reprezentativni za grad. Srednja dnevna brzina vjetra određena je za period od 13 sati n-tog dana do 07 sati ili do 12 sati (n+1)-og dana.

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=13}^{07} V_i}{19} \quad (3.5)$$

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=13}^{12} V_i}{24} \quad (3.5')$$

Uspoređujući međusobno iznose srednjih dnevnih brzina izračunatih prema izrazima (3.5) i (3.5'), pokazalo se da se oni neznatno razlikuju. Prema tome, nije bitno koji se srednjak brzine uzima.

Obzirom da je zima specifično doba godine i sa stanovništa emisije produkata koji onečišćuju atmosferu i sa aspekta studiranih parametara  $(\partial t/\partial z)$  i  $V$ , najdetaljnija ispitivanja učinjena su upravo za tu sezonu.

U zimi vertikalni temperaturni gradijent  $\partial t/\partial z$ , određen iz radiosondažnih mjerenja opservatorija Zagreb-Maksimir, pokazuje često izotermiju i inverziju, za koje je karakteristična stacionarnost u trajanju od 24 sata ili dulje.

Iznosi srednjih dnevnih brzina ne variraju mnogo, iako su, u slučajevima stacionarnih inverzionih situacija, manji nego za vjetrovitih dana.

Ljeti vertikalni temperaturni gradijent pokazuje znatnu dnevnu promjenljivost. Danju on najčešće pokazuje labilitet, a noću stabilnost, iako su nerijetka i noćna labilna stanja atmosfere.

Strujanje je u prosjeku slabije nego zimi, a promjene brzine unutar 19, odnosno 24-satnog intervala vremena dosta su česte. Naime, nakon tihih ljetnih jutra i prijepodneva, česte su poslijepodnevne nepogode praćene i olujnim vjetrovom.

Dakle, postoje bitne razlike u dnevnom hodu gradijenta temperature i brzine vjetra obzirom na godišnje doba. Velika promjenljivost oba meteorološka parametra u 24-satnom periodu, na koji se odnose mjerenja  $\bar{K}(SO_2)$ , uzrok je relativno

slabe korelacije, koja je dobivena za topli dio godine, pa se ona neće ovdje ni prikazati. Osim toga, primijenjena metoda mjerenja koncentracije  $\text{SO}_2$  kod niskih vrijednosti (što je slučaj ljeti) ima veće pogreške mjerenja.

Naprotiv,  $(\overline{\partial t / \partial z})$  i  $\bar{V}$  pokazuju zimi toliku postojanost, da dozvoljavaju pridruživanje aritmetičkog srednjaka  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  kombinaciji njihovih srednjih vrijednosti.

Istraživanje je nadalje pokazalo, da zimi zavisnost  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  o  $(\overline{\partial t / \partial z})$  i  $\bar{V}$ , prikazana izrazom (3.3) dobiva slijedeći oblik:

$$\bar{K}(\text{SO}_2) = \frac{\left(\overline{\frac{\partial t}{\partial z}}\right) + 5}{\bar{V}} \quad (3.6)$$

Ispitivani zimski uzorak sadržavao je 119 slučajeva. Međutim, na dane kada je padala oborina (snijeg, sušnježica) čija je količina bila 10 mm ili više, iznosi  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  bili su znatno smanjeni, pa takvi slučajevi nisu ušli u obzir. Na taj način odbacilo se samo 10 dana.

Na osnovi preostalih 109 slučajeva tražena je veza između nezavisne slučajne varijabile kvocijenta [desna strana jednadžbe (3.6)], koji će se obilježiti kao  $\bar{k}$ , i zavisne slučajne varijable  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  u tom smislu, da pri dobivanju vrijednosti  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  pogreška bude minimalna.

Dobivena veza je linearna, kao što je očito iz izračunate jednadžbe pravca regresije (3.7) i pripadne slike 3/39.

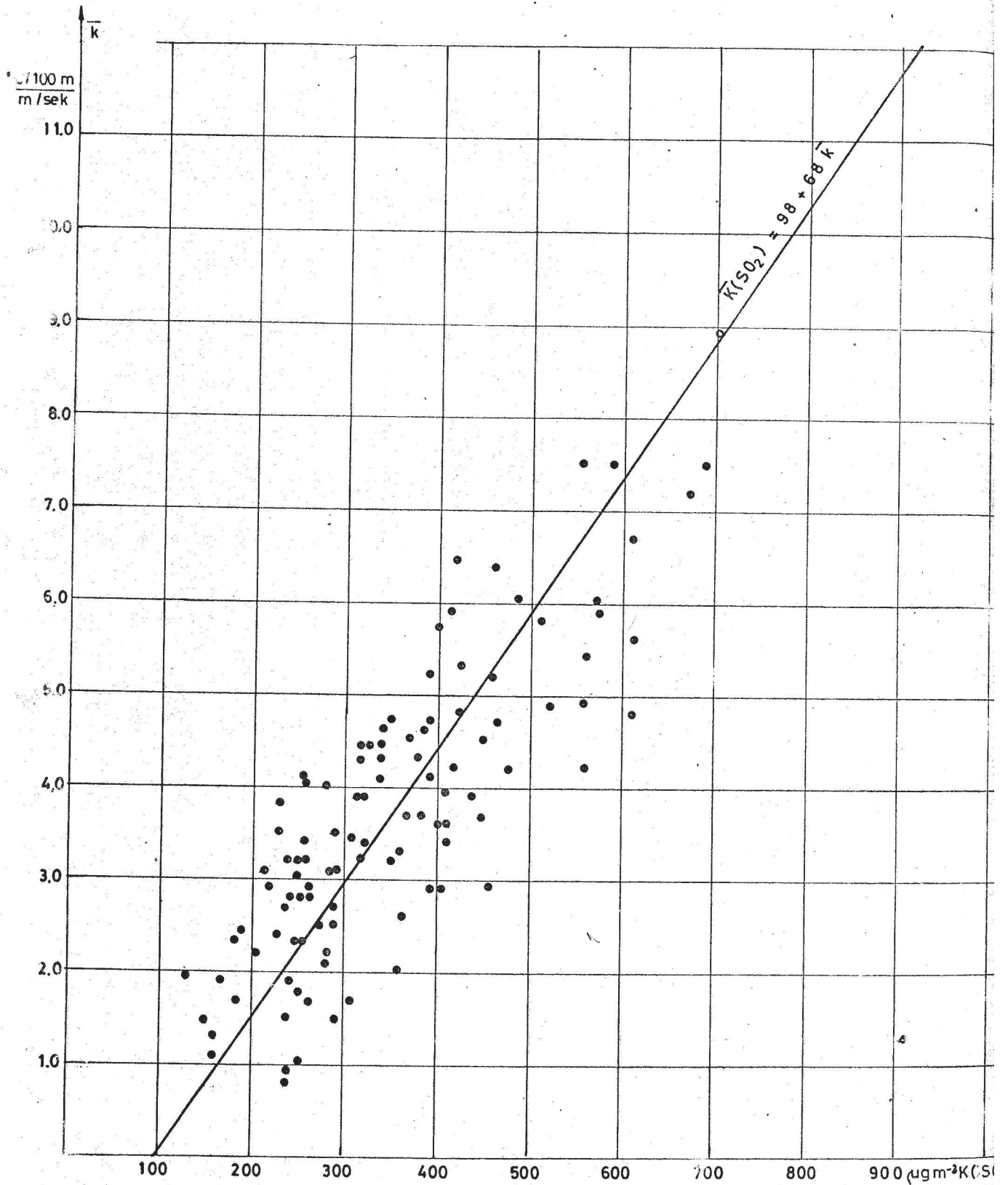
$$\bar{K}(\text{SO}_2) = 98 + 68 \bar{k} \quad (3.7)$$

Zanimljivo je i važno, da je između omjera dviju meteoroloških veličina  $\bar{k}$  s jedne strane i vrijednosti  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  s druge strane, utvrđena tako jednostavna veza kao što je linearna. Koeficijent linearne korelacije u konkretnom slučaju iznosi 0.85, što je također dokaz vrlo dobre međusobne ovisnosti.

Na osnovi dobivenih rezultata može se, za svaku kombinaciju meteoroloških parametara iz grafikona (slika 3/39), odnosno jednadžbe pravca, odrediti očekivana vrijednost  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  za bilo koji zimski dan u Zagrebu.

Ova linearna veza je takva, da malim vrijednostima omjera  $\bar{k}$  odgovaraju niske vrijednosti  $\bar{K}(\text{SO}_2)$ , a velikim visoke koncentracije. Koristeći grafikon (slika 3/39) i poznavajući vjerojatnosti pojavljivanja najmanjih, najčešćih i najvećih  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  u Zagrebu, mogu se izvesti slijedeći korisni zaključci:

Minimalne  $\bar{K}(\text{SO}_2)$ , čiji su iznosi  $< 200 \mu\text{gm}^{-3}$ , javljaju se zimi s vjerojatnošću od 10% uz  $\bar{k}$  od oko 1.5.





Primijenivši isto zaključivanje na skup  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  od  $200 \mu\text{gm}^{-3}$  od  $500 \mu\text{gm}^{-3}$ , čija je vjerojatnost nastupanja 77%, slijedi da se mogu očekivati za  $1.5 < \bar{k} < 6.0$ . I na kraju, najviše zimske  $\bar{K}(\text{SO}_2)$ , koje su u našem gradu čak veće od  $500 \mu\text{gm}^{-3}$  javljaju se u 13% slučajeva kod vrijednosti  $\bar{k}$ , koja je približno jednaka ili veća od 6.0.

## 3.8

## TIPOVI VREMENA I ZAGADJENOST ZRAKA

U ovom radu učinjen je pokušaj da se utvrdi veza između koncentracija  $\text{SO}_2$ , odnosno koncentracija dima i vremena u Zagrebu, pomoću jednog jedinog meteorološkog parametra - tipa baričkog polja.

Za svaki dan ispitivanog razdoblja (1966-1971.), na osnovu prizemne raspodjele tlaka na teritoriju sjeverozapadne Hrvatske, određen je tip vremena prema tipizaciji, koju je za našu zemlju izradio D. Poje (POJE, 1967.). Tipovi vremena koji se javljaju nad našom zemljom mogu se podijeliti u 4 grupe. Području visokog tlaka pripadaju anticiklona (V), greben (g) i most visokog tlaka (mv), a u područje niskog tlaka ubrajaju se, osim ciklone (N), još i doline niskog tlaka (DOL). Situacije s malim gradijentom tlaka označene su s Ba i Bc, a slučajevi gotovo pravocrtnih izobara prema smjeru strujanja obilježavaju se kao stanja slijedećih smjerova: NS, NES, ES, SES, SS, SWS, WS, NWS.

Ranije izvršena ispitivanja u ovom Zavodu pokazala su da tip baričkog polja, koji se odnosi samo na jedan termin, na zadovoljavajući način reprezentira tip vremena u razdoblju od 24 sata. Kao reprezentant tipa za jedan dan, uglavnom iz praktičnih razloga, izabran je onaj tip baričkog polja koji je pripadao 7-satnoj prizemnoj sinoptičkoj situaciji.

Podaci o zagadjenosti zraka predstavljaju srednju dnevnu koncentraciju  $\text{SO}_2$  i dima, koja pripada intervalu vremena od 13 sati jednog (n-tog) do 13 sati slijedećeg (n+1-og) dana.

Tip baričkog polja, čak i na tako malom teritoriju kao što je to u promatranom slučaju, rezultat je fizikalnih procesa koji se odvijaju u atmosferi na jednom širem području, a ne samo neposredno iznad našega grada.

S druge strane, istovremena mjerenja koncentracija  $\text{SO}_2$  i dima na promatranih 7 stanica u Zagrebu međusobno se toliko razlikuju, da je već samo po sebi očito koliko su količine  $\text{SO}_2$  i dima lokalno uvjetovane. Da bi se smanjio utjecaj lokaliteta samog mjernog mjesta, a da bi se dobio iznos koncentracije  $\text{SO}_2$  i dima, koji je reprezentativan za područje našega grada, izračunati su aritmetički srednjaci za  $\text{SO}_2$  i dim za svaki dan kada je to bilo moguće.

Aritmetički srednjak dnevne koncentracije  $\text{SO}_2$  [ $\bar{K}(\text{SO}_2)$ ] i dima [ $\bar{K}(\text{dim})$ ], koji prikazuje srednju zagađenost (u Zagrebu) od 13 sati  $n$ -tog do 13 sati  $n+1$ -og dana, pridružuje se tipu vremena od 07 sati  $n+1$ -og dana, za koji se smatra da reprezentira meteorološke prilike u 24-satnom periodu mjerenja zagađenosti.

### 3.8.1 Analiza tipova vremena i srednje koncentracije $\text{SO}_2$ u Zagrebu

Neki izvori zagađenja zraka u Zagrebu djeluju kroz čitavu godinu, npr. industrija, dok se drugi, na prvom mjestu kućna ložišta, javljaju samo u hladnom dijelu godine. Vrijednosti  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  mjenjaju se sa sezonom tako (vidi tabelu 3-10), da upadljivo ukazuju na egzistenciju veze s izvorima zagađenja i s meteorološkim parametrima primarno sezonskog karaktera.

Tabela 3-10. Mjesečne i sezonske vrijednosti  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  za niz 1969-1971.

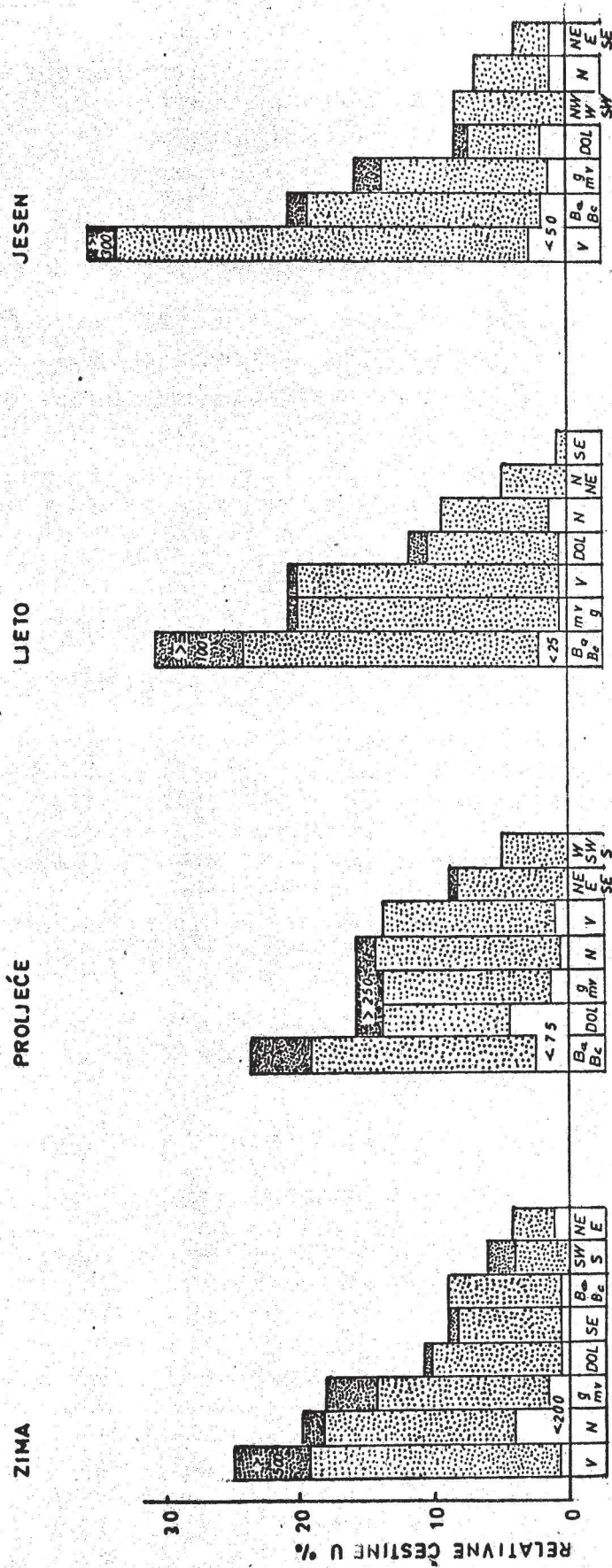
Mjes. $\bar{K}(\text{SO}_2)$	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Sred. ( $\mu\text{gm}^{-3}$ )	387	308	206	122	89	70	59	54	71	168	236	360	178

Sezona $\bar{K}(\text{SO}_2)$	Zima (XII, I, II)	Proljeće (III, IV, V)	Ljeto (VI, VII, VIII)	Jesen (IX, X, XI)
Sred. ( $\mu\text{gm}^{-3}$ )	352	139	61	158

To je bio putokaz da se čitav problem ovdje obrađuje tretira po sezonama.

Vrijednosti  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  koje se pojavljuju unutar jedne sezone gotovo su tipične samo za nju, i znatno se razlikuju od onih u drugim sezonama.

Sezonska raspodjela tipova vremena prikazana je na slici 3/40. Procent pojavljivanja maksimalnih, najčešćih i minimalnih vrijednosti  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  naznačen je za svaki pojedini tip vremena.



SI. 3/40 RELATIVNE ČESTINE TIPOVA VREMENA (u %) PO SEZONAMA KOD NAJMANJIH, NAJČEŠĆIH I NAJVEĆIH KONCENTRACIJA K(SO) U ZAGREBU, RAZDOBLJE 1966 - 1971.

## Zima

Anticiklone (V) su najčešći tipovi vremena koji se pojavljuju zimi. Ako im se pridruže još greben (g) i most visokog tlaka (mv), onda je očito da zimi nad našim teritorijem dominira područje visokog tlaka (sl. 3/40). Područje niskog tlaka, uzevši u obzir i ciklone i doline, drugo je po važnosti za promatranu sezonu. Od ostalih tipova, koji se mnogo rjeđe pojavljuju, treba istaći samo SS i SWS (na slici S i SW), jer su im pridružene samo velike koncentracije  $SO_2$ .

Promatrajući ekstremne  $\bar{K}(SO_2)$ , vidi se da se maksimalna zagađenja  $\bar{K}(SO_2) > 500 \mu\text{gm}^{-3}$  javljaju na prvom mjestu kod anticiklona (V), zatim grebena (g) i mosta visokog tlaka (mv), te već spomenutih SS i SWS tipova vremena. Obratno, minimalne koncentracije  $SO_2 < 200 \mu\text{gm}^{-3}$  javljaju se rijetko kod ovih tipova vremena (vidi sl. 3/40).

Sličan odnos između gore navedenih tipova vremena i  $\bar{K}(SO_2)$ , i to osobito u slučajevima ekstrema, pronašao je Velds kod Roterdama (Velds, 1970), iako su tipovi vremena određivani na bazi drugačije tipizacije baričkih polja. Upravo činjenica da, neovisno o mjestu i o načinu tipiziranja baričkih polja, postoji ista veza između tipa vremena i koncentracije  $SO_2$ , povećava vrijednost tipu vremena kao meteorološkom parametru u problemu zagađenosti zraka.

Ako se promatra ponašanje ciklona, očito je da tom tipu vremena češće pripadaju minimalne nego maksimalne koncentracije zagađenosti. Međutim, detaljnije raščlanjivanje ciklone po sektorima, što omogućuje primijenjena tipizacija D. Poje, pokazuje da se minimalne  $\bar{K}(SO_2)$  javljaju samo u sjevernom sektoru ciklone ( $N_4$ ), a maksimalne samo u istočnom i južnom ( $N_1$  i  $N_2$ ). Ovaj rezultat je u kontradikciji s nekim navodima u literaturi, gdje se cikloni, gledanoj kao cjelini, pripisuju isključivo male zagađenosti.

I na kraju, treba istaći činjenicu da je relativna frekvencija minimalnih koncentracija od  $100-200 \mu\text{gm}^{-3}$  samo 10%, onih od  $201-500 \mu\text{gm}^{-3}$  iznosi 77%, a vrlo visokih  $> 500 \mu\text{gm}^{-3}$  čak 13%.

## Proljeće

Za proljeće je karakterističan nagli pad vrijednosti  $\bar{K}(SO_2)$  u odnosu na zimu. To je posljedica smanjenja (u ožujku) i prestanka (u ostalim proljetnim mjesecima) emisije kućnih ložišta.

U ovoj sezoni po učestalosti pojavljivanja nije više na prvom mjestu anticiklona (V), nego bezgradijentno polje ( $B_a, B_c$ ) obilježeno slabim strujanjem. Učestalosti ciklona i dolina niskog tlaka s jedne strane, a anticiklona, grebena i mosta visokog tlaka s druge strane, gotovo su podjednake.

Minimalne koncentracije kreću se u proljeće od 49 do  $75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , a pojavljuju se u 11% slučajeva. Tip nosilac ovih najmanjih koncentracija je barička dolina niskog tlaka (DOL). Zanimljivo je da se i kod bezgradijentnih polja, pa čak i kod anticiklone, susreću i niske koncentracije.

Maksimalne koncentracije, koje se javljaju također u 11% slučajeva, najčešće pripadaju tipu bezgradijentnog polja. Učestalosti, koje kod ciklone pripadaju najmanjim, odnosno najvećim koncentracijama, vezane su kao i zimi uz tip  $N_4$ , odnosno  $N_1$ . Očito je da u proljeće veza između tipova vremena i  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  nije više niti tako jasna, niti tako jednostavna.

Proljeće je godišnje doba kod kojega, zbog naglih i čestih promjena baričkog polja, dolazi u pitanje reprezentativnost jednog te istog tipa vremena za cijeli period na koji se odnosi podatak o  $\bar{K}(\text{SO}_2)$ . Promjena tipa povlači za sobom i promjenu meteoroloških veličina o kojima zagađenost najneposrednije ovisi.

### Ljeto

Bezgradijentna polja sa slabim strujanjem ( $B_a$  i  $B_c$ ) i područje visokog tlaka (V, g, mv) prevladavali su u najtoplijim mjesecima ispitivanog niza od 1969-1971. godine (vidi sliku 3/40).

Prevladavanje ovih tipova vremena u ljetnoj cirkulaciji promatranog područja, (vidi sliku 3/40) u skladu je s opadanjem intenziteta opće cirkulacije atmosfere u toplom dijelu godine. Ljetna cirkulacija, slično kao i zimi, stabilnija je i manje specifična samo za neko manje područje. Zbog toga će veza koja postoji između tipova vremena i  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  ljeti vrijediti za cijelo područje odgovarajućeg cirkulacijskog sistema.

Što se tiče ljetnih vrijednosti  $\bar{K}(\text{SO}_2)$ , i to osobito onih  $< 25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , mora se voditi računa o mogućnosti da iznosi budu pogrešni, jer primijenjena metoda mjerenja koncentracije  $\text{SO}_2$  dozvoljava najveće pogreške upravo kod malih koncentracija. Zbog toga je diskusija o tipovima vremena i minimalnim koncentracijama  $\text{SO}_2$ , koje su  $< 25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , besmislena. Naprotiv, maksimalne vrijednosti  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  zaslužuju pažnju, jer se u 14% slučajeva ljeti kreću čak od 100 do  $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , što su još uvijek iznad u nekim zemljama određenih higijenskih normi. One se javljaju uz tišine, odnosno vrlo slaba strujanja bezgradijentnih polja ( $B_a$ ,  $B_c$ ), i mnogo rjeđe u području visokog tlaka i na prednjoj strani doline.

Iznosi najčešćih (54%) ljetnih  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  kreću se u Zagrebu od 50 do  $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

*Jesen*

Jesen je godišnje doba u kojem dolazi ponovno do porasta koncentracija  $\text{SO}_2$ . Vrijednosti iznad  $200 \mu\text{gm}^{-3}$  javljaju se nakon početka loženja, i to obično poslije 15. listopada.

Osim te karakteristike obzirom na izvore zagađivanja, jesenski se mjeseci međusobno razlikuju i po karakteru opće cirkulacije. Ranije učinjena ispitivanja kod nas, i na bazi tipova i na osnovi drugih meteoroloških parametara (*D. Polje, 1967, 1970.*), utvrdila su da su IX i X mjesec nosioci područja visokog tlaka, a XI mjesec nosilac ciklona i dolina niskog tlaka.

Prevladavajući tipovi vremena u ovoj sezoni isti su kao i ljetni, iako se sada na prvom mjestu nalazi anticiklona (vidi sliku 3/40), a po karakteru vremena djeluju u smislu produljenja ljeta.

Najmanje vrijednosti aritmetičkog srednjaka koncentracije  $\text{SO}_2$ ,  $\bar{K}(\text{SO}_2) < 50 \mu\text{gm}^{-3}$  javljaju se sa sličnom učestalošću kod svih tipova (izuzev SWS, WS i NWS). Naprotiv, najveće zagađjenosti  $\text{SO}_2$  pridružene su, kao i kod već opisanih sezona, području visokog tlaka i bezgradijentnim poljima.

### 3.8.2 *Analiza tipova vremena i srednje koncentracije dima u Zagrebu*

Rezultati ispitivanja do kojih se došlo pri analizi tipova vremena i  $\bar{K}(\text{SO}_2)$  u poglavlju 3.8.1, te brojčano veći kolektiv podataka o količinama dima (1132 slučaja), dozvolili su jedan koncizniji pristup proučavanju ove komponente zagađjenja.

Vrijednosti  $\bar{K}(\text{dim})$  pokazuju u hladnom dijelu godine znatno veći skok iz mjeseca u mjesec nego u toplom, a isto tako i iz sezone u sezonu (tabela 3-11), što je bio slučaj i s vrijednostima  $\bar{K}(\text{SO}_2)$ .

Tabela 3-11. Mjesečne i sezonske vrijednosti  $\bar{K}(\text{dim})$  1966-70. i I-III 1971.

Mjes. $\bar{K}(\text{dim})$	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Sred. ( $\mu\text{gm}^{-3}$ )	237	170	103	77	50	46	52	56	73	114	126	175	107

Sezona $\bar{K}(\text{dim})$	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen
Sred. ( $\mu\text{gm}^{-3}$ )	194	76	51	104

Već u prethodnom poglavlju utvrđeno grupiranje tipova vremena primijenilo se i za ovo ispitivanje. Da bi slika o sezonskoj zavisnosti  $\bar{K}(\text{dim})$  i tipova vremena bila jašnija, analizirali su se samo oni slučajevi raspodjele  $\bar{K}(\text{dim})$  kod kojih je isti tip vremena trajao bar dva dana. Prema tome, apsolutne frekvencije upisane u tabelama 3-12 do 3-15 povezane su i s trajanjem tipa vremena od 2 ili više dana.

Tabela 3-12. Frekvencije tipova vremena čije je trajanje  $\geq 2$  dana za određene klase  $\bar{K}(\text{dim})$  1966-1970. i I-II 1971.

Zima

$\bar{K}(\text{dim})$ Grupe tipova	$\leq 75$	76-150	151-225	226-300	$> 300$	$\Sigma$
V, g, mv	5	15	16	9	14	59
SES, SS, SWS	1	5	3	3	2	14
N <sub>3</sub> , N <sub>4</sub> , NWS NES, ES, NS	1	5	2	-	-	8
DOL <sub>1</sub> , DOL <sub>2</sub> , DOL <sub>3</sub>	-	1	-	3	2	6
N <sub>c</sub> , N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>	-	2	2	1	-	5
B <sub>a</sub> , B <sub>c</sub>	-	-	1	1	-	2
$\Sigma$	7	28	24	17	18	94

Najčešći tipovi vremena zimi (V, g, mv) u ovom gotovo 6-godišnjem razdoblju, ujedno su i najstacionarniji. Znatno manju stacionarnost pokazuju sve ostale grupe tipova vremena.

Najveće koncentracije dima  $\bar{K}(\text{dim}) > 300$  susreću se kod stacionarnih zimskih područja visokog tlaka (14 slučajeva) i situacija s južnom komponentom strujanja (DOL<sub>1</sub> i SS-stanja). Grupe tipova vremena sa sjevernom komponentom strujanja, ciklone i bezgradijentna polja pokazuju zimi neznatnu stacionarnost, a s time u vezi pripadaju im i manji iznosi  $\bar{K}(\text{dim})$ .

Iz posljednjeg reda tabele 3-12, koji se odnosi na zimu, očito je da u ovom specijalnom uzorku (obzirom na uvažavanje trajanja tipa vremena) najčešće vrijednosti  $\bar{K}(\text{dim})$  leže između 76 i 225  $\mu\text{gm}^{-3}$ .

Tabela 3-13. Frekvencije tipova vremena čije je trajanje > 2 dana za određene klase  $\bar{K}(\text{dim})$  1966-1970. i III 1971.

*Proljeće*

$\bar{K}(\text{dim})$ Grupe tipova	$\leq 25$	26-50	51-75	76-125	$> 125$	$\Sigma$
V, g, mv	2	5	13	10	4	34
SES, SS, SWS	-	2	7	5	-	14
B <sub>a</sub> , B <sub>c</sub>	-	2	2	7	3	14
N <sub>c</sub> , N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>	-	-	2	3	1	6
NWS, NS, N <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , NES, ES	-	1	-	3	-	4
DOL <sub>1</sub> , DOL <sub>2</sub> DOL <sub>3</sub>	-	-	2	-	-	2
$\Sigma$	2	10	26	28	8	74

I u proljeće, najčešći, najstacionarniji i najzagađeniji tipovi vremena opet su anticiklona, greben i most visokog tlaka. Frekvencija tipova s južnom komponentom strujanja ista je kao i zimi, a apsolutna frekvencija bezgradijentnih polja je porasla.

Upadljivo je da se male  $\bar{K}(\text{dim}) < 25 \mu\text{gm}^{-3}$  gotovo i ne javljaju u ovom uzorku, koji je izradjen na bazi stacionarnosti tipa od bar 2 dana. Drugim riječima, kod većine tipova koji traju 2 dana ili više, aritmetički srednjak koncentracije dima poprma vrijednosti koje su veće ne samo do 25  $\mu\text{gm}^{-3}$ , nego čak i od 50  $\mu\text{gm}^{-3}$ . Najfrekventniji iznosi  $\bar{K}(\text{dim})$  u ovom uzorku su od 51 do 125  $\mu\text{gm}^{-3}$ . Visoki stupanj zagađenosti zraka  $\bar{K}(\text{dim})$ , veći za 50% od iznosa sezonskog srednjaka, pripada samo anticiklonalnim tipovima i bezgradijentnim poljima tlaka, koja u pravilu pokazuju stabilni karakter vremena sa slabim strujanjem i inverzijama.

Bezgradijentna polja sa stacionarnošću od najmanje 2 dana dominiraju ljeti (prvi red tabele 3-14), a odmah iza njih dolaze tipovi područja visokog tlaka. Oni su najčešći, najstacionarniji i imaju najveće iznose  $\bar{K}(\text{dim})$ , koji se u ovom godišnjem dobu javljaju.



Tabela 3-14. Frekvencije tipova vremena čije je trajanje  $\geq 2$  dana za određene klase  $\bar{K}(\text{dim})$  1966-1970.

Ljeto

$\bar{K}(\text{dim})$ Grupe tipova	$\leq 20$	21-50	51-75	$> 75$	$\Sigma$
$B_a, B_c$	1	11	16	7	35
V, g, mv	-	20	8	3	31
$N_c, N_1, N_2$	-	5	3	1	9
DOL <sub>1</sub> , DOL <sub>2</sub> , DOL <sub>3</sub>	-	3	1	2	6
SES, SS, SWS	-	2	-	-	2
NWS, NS, N <sub>3</sub> , N <sub>4</sub> , NES, ES	1	1	-	-	2
$\Sigma$	2	42	28	13	85

Iz tabele 3-15, koja se odnosi na jesen, proizlazi još jedna karakteristika ovog godišnjeg doba. To je nestacionarnost određenih grupa tipova, kao što su ciklone i strujanja iz sjevernog kvadranta, uz već ranije utvrđenu i diskutiranu manju frekvenciju njihova pojavljivanja.

Tabela 3-15. Frekvencije tipova vremena čije je trajanje  $\geq 2$  dana za određene klase  $\bar{K}(\text{dim})$  1966-1970.

Jesen

$\bar{K}(\text{dim})$ Grupe tipova	$\leq 30$	31-50	51-100	101-150	$> 150$	$\Sigma$
V, g, mv	1	3	26	6	10	46
$B_a, B_c$	-	2	8	5	6	21
SES, SS, SWS	-	-	9	3	-	12
DOL <sub>1</sub> , DOL <sub>2</sub> , DOL <sub>3</sub>	-	-	2	-	-	2
$N_c, N_1, N_2$	-	-	-	-	-	-
NWS, NS, N <sub>3</sub> , N <sub>4</sub> , NES, ES	-	-	-	-	-	-
$\Sigma$	1	5	45	14	16	81

I na kraju, rezimirajmo da jedino tipovi vremena područja visokog tlaka kroz cijelu godinu, a bezgradijentna polja ljeti, pokazuju stacionarnost (u trajanju od 2 dana i više) i pojačanu zagađenost dimom. Uloga drugih tipova u smislu povezivanja njihove stacionarnosti i  $\bar{K}(\text{dim})$  mnogo je manja, jer su svi oni daleko nepostojaniji.