
DRUŠTVO METEOROLOGOV SLOVENIJE

RAZPRAVE

Posebna številka

Simpozij

METEOROLOGIJA – GOSPODARSTVO

LJUBLJANA

17. in 18. oktobra 1974

2

Ljubljana, 1975

GRADBENIŠTVO

POMOČ METEOROLOGIJE PRI OPTIMIZACIJI NAČRTOVANJA ZGRADB IN GRADNJE

Zdravko PETKOVŠEK
Katedra za meteorologijo FNT, Ljubljana

551.5:69:711.1

POVZETEK

Za sodobno in optimizirano delo v gradbeništvu je potreben ustrezen model planiranja. Tak model je kompleksen in dober le, če vključuje na eni strani visoko stopnjo gradbenega razvoja (uporabo zelo različnih materialov, sodoben računalniški način planiranja, gradbenih metod, postopkov itd.), na drugi strani pa ustrezne meteorološke in klimatske faktorje tistega področja.

Naj navedemo nekaj primerov:

Vremenski faktorji vplivajo npr. na izbiro orientacije ulic in zgradb, na nagib, vrsto in barvo streh, na velikost oken, na izvajanje posameznih gradbenih del itd. Z upoštevanjem tega je mogoče prihraniti precej sredstev.

UVOD

Znano je, da je gradbeniška dejavnost močno povezana z vremenom in klimo in zato z meteorologijo. Uspešnost sodelovanja pa zavisi v veliki meri od sposobnosti sporazumevanja strokovnjakov obeh vrst. V mnogih primerih se obe dejavnosti tako prepletata, da ni mogoče postavljati splošnih pravil in vsega seveda v enem članku tudi ni mogoče zajeti. Omejimo se zato predvsem na stavbe za bivanje, ki jih je največ in so glede na meteorološke pogoje večinoma najzahtevnejše.

Zaporedje operacij v sistemu, ki nas zanima, je planiranje, izgradnja in bivanje. Pri tem pa bomo predvideli tudi način bivanja in ga vključili v načrtovanje stavbe. Tako lahko ločimo dve veliki skupini: planiranje in izgradnjo.

Vse širše poznavanje potreb, materialov in zunanjih pogojev omogoča vedno boljše gradbene rešitve; vprašanje pa je, če jih res daje. Če samo velika in iz dneva v dan večja izbira najrazličnejših gradbenih materialov omogoča, da bi lahko bile zgradbe vedno cenejše in boljše. Toda prav neupoštevanje vseh lastnosti teh novih materialov, še bolj pa glede nanje neupoštevanje klimatskih razmer na lokaciji, vodi do vse pogostejših in večjih napak.

Če nas ne zanima cena, je danes tehnično možno izdelati zgradbe s skoraj poljubnimi lastnostmi in zelenimi notranjimi klimatskimi in drugimi pogoji. Toda nagel porast prebivalstva, naraščajoče potrebe po energiji in zahteve po sploš-

nem dvigu standarda terjajo, da se dosejajo ugodni notranji pogoji čim ceneje, s čim manjšo potrebo po energiji in z nizkimi stroški vzdrževanja. To je bila ena važnih misli, ki je prevejala že štokholmski simpozij CIB (Mednarodni svet za gradbene raziskave in dokumentacijo) leta 1972 in je prevladovala tudi na simpoziju "Klima in bivalno okolje" letos septembra v Zürichu. Sprejeto je bilo mnenje, da so klimatske naprave v zmernih širinah nepotrebne (razen v bolnišnicah in drugih posebnih zgradbah). Vendar ta resnica še ni našla poti med množice arhitektov in tudi porabnikov, zato si mnogi arhitekti ne upajo graditi brez njih.

Dobri planerji in arhitekti pa niso več tisti, ki v vsako ropotarnico napeljejo klimatske naprave, ampak tisti, ki vsestransko presodijo potrebe in možnosti ter maksimalno izkoristijo lastnosti razpoložljivih materialov, orientacijo in dimenzije zgradbe ter vse zunanje pogoje, tako da dosežejo primerne notranje razmere ob minimalnih stroških za zgradbo in nadaljnje vzdrževanje oziroma uporabo.

To pa seveda ni lahka naloga prav zato, ker število parametrov, ki jih je treba upoštevati, tako hitro narašča. Tu izvzamemo dolgo vrsto najrazličnejših materialov in si bomo nekoliko natančneje ogledali le notranje in zunanje pogoje ter smiselno povezavo med njimi. Parcialnih spoznanj o tem je že brez števila, saj obstajajo o njih debele knjige in v strokovnih revijah na stotine člankov. Zato si bomo ogledali tu le smernice in nekaj novejših in zanimivih primerov in spoznanj. Predvsem pa je potrebno, da opozorimo na specifičnost naših razmer, da bi lahko ob upoštevanju naših zunanjih vremenskih in klimatskih pogojev čim boljše in čim ceneje gradili in živeli.

PLANIRANJE ZGRADBE

Pri procesu planiranja stavbe moramo najprej upoštevati njen namen, velikost, funkcionalnost itd., nato pa tudi zelene bodoče notranje pogoje. Ti nam ob upoštevanju zunanjih odločajo o potrebnih lastnostih, ki naj bi jih imela bodoča stavba. Elementi in parametri vseh treh skupin se stalno prepletajo, zato je pregledno, če jih podamo skupaj, kot je to prikazano na sliki 1.

Notranji pogoji

Notranji pogoji morajo biti predvideni v skladu z namenom stavbe, aktivnostjo v njej in načinom uporabe. Pri tem zadnji dve postavki že sami tudi vplivata na notranje pogoje in njihovo odvisnost od zunanjih in s tem na potrebne lastnosti stavbe. Tudi posamezni elementi notranjih pogojev se stalno prepletajo, saj npr. temperatura vpliva na vlago in gibanje zraka, svetloba na temperaturo itd. Toda že sama določitev posameznih notranjih elementov in območje njihovih sprememb ni preprosta zadeva, četudi zanemarimo ekonomske faktorje.

Želena poprečna temperatura bivalnih prostorov se je v zadnjih desetletjih dvignila od 20° na 22 ali celo 24°C. Pri tem pa ni važna le temperatura zraka,

ampak tudi temperatura sten, tal in stropa, kar nekateri združujejo v "okoljsko temperaturo", ki je sestavljena iz temperature zraka in sevalne temperature neposredne okolice /1/. Skupaj z ventilacijo in vlago je določena tako imenovana efektivna temperatura idr. Važna za primerno počutje pa ni le poprečna notranja temperatura, ampak tudi njena nihanja. Ta ne smejo biti prevelika, a tudi premajhna ne. Ugotovljeno je, da stalno enaki notranji pogoji delujejo uspavajoče ali sicer neugodno na razne fiziološke funkcije, zlasti pa na slabšo sposobnost dela. Slika 2, ki prikazuje del povezave zunanjih in notranjih temperaturnih pogojev, je shematična, saj so dejanske vrednosti odvisne od zelo številnih faktorjev zunanjih pogojev in lastnosti materialov /2/.

Dosegati primerne notranje temperaturne pogoje je v splošnem mnogo lažje in ceneje v hladnem kot v pretoplem podnebjju. Ohlajevanje prostorov npr. za 1° je v poprečju pet- do osemkrat dražje kot ogrevanje za enako vrednost /1/. Res je temperatura še vedno eden najvažnejših elementov notranje klime, vendar je o njej že mnogo znanega in povedanega. Naj zato tu omenim le dejstvo, da je toplejši zrak lažji in da se v sorazmerno mirnem zraku notranjih prostorov često pojavljajo zelo močni vertikalni temperaturni gradienti ter je zrak pri tleh za 20° ali celo več hladnejši od tistega, ki je dobra dva metra višje oziroma pod stropom. To pri planiranju toplotne bilance prostorov, zlasti glede na otroke, pogosto premalo upoštevamo, čeprav obstajajo starejše pa tudi najnovejše študije in modeli o toplotni izmenjavi med človekom in njegovo okolico /2/.

Pri določevanju notranjih temperatur je potrebno upoštevati tudi znotraj nastalo toploto, saj včasih že samo ta zadostuje za dosego primernih notranjih pogojev, kljub nizkim zunanjim vrednostim. To potrjuje poskus s šolo v Liverpoolu, kjer so zunanje zimske temperature pod 4°C, a šola sploh nima naprav za ogrevanje. Zadostuje ji toplota, ki jo dajejo učenci in njihova dejavnost ter razsvetljava. Seveda je stavba zelo dobro izolirana in ima posebna okna; izvajajo pa tudi predpisan način prezračevanja: pozimi zračijo le opoldne ob najvišjih zunanjih temperaturah, poleti pa izdatno in predvsem ponoči in zjutraj. Le v zimskih počitnicah je temperatura v tej šoli padla pod 18°C. Pri nas je pozimi hladneje in v vseh stavbah tudi ni tako živahne aktivnosti, toda da bi se dalo veliko kurjave prihraniti, ni dvoma. S tako maksimalno izrabo zunanjih pogojev bi se prihranilo na energiji, zmanjšalo bi se onesnaževanje zraka in znižali bi se stroški bivanja.

Strokovnjaki za ogrevanje navadno mnogo premalo upoštevajo naravne zakonitosti cirkulacije vode v ogrevalnih napravah ter vplive strehe in tal ter načrtujejo enako velikost radiatorjev v višjih nadstropjih kot v pritličjih. Posledica tega je, da je zgornjim prevroče, spodnjim pa premraz, o čemer imamo podatke tudi pri nas /3/.

Parni pritisk je v bivalnih prostorih vedno večji (do 10 mb) in nikoli manjši kot zunaj. Zato vlaga oziroma vodna para vedno odteka navzven in to seveda tudi tedaj, ko je relativna vlaga znotraj trikrat nižja od zunanje. Tudi o vlagi je bilo že mnogo napisanega. Na tem mestu naj poudarimo le še to, da je ovlaževanje presuhih ogrevanih prostorov drag poseg, ne glede na to, na kakšen na-

čin zrak ovlažujemo. Za vsak gram izhlapele vode namreč potrebujemo okoli 600 cal, ki jih porabi ovlaževalec, ali pa moramo ustrezno pojačati ogrevanje, če ovlažujemo s prostim izhlapevanjem iz posod ali rastlin. Pri tem majhne posode nič ne pomenijo in nič ne koristijo /4/. Pojačanje in s tem stroški ogrevanja pa se ob potrebnem ovlaževanju lahko povečajo za tretjino. Posebna izolacija proti uhajanju vlage skozi stene je cenena in zato mnogokrat izplačana investicija.

Da se ne bi predolgo zadrževali pri notranjih pogojih, ki pa jih moramo poznati, če jih hočemo uspešno s pomočjo meteorologije ustvarjati iz zunanjih, si le na kratko oglejmo še druge elemente s slike 1. Svetlobe mora biti dovolj, vendar zaradi nje z velikostjo oken ni treba pretiravati, ker je svetlobo preprosto in ceneno dopolniti. Isto velja tudi za potrebno gibanje zraka v prostorih, ki naj bo šibko: 0,1 do 0,3 m/s. Hrup je važen, čeprav ne meteorološki element; čistost oziroma onesnaženje zraka pa bo obravnavano drugje. Kisika je ob primerni ventilaciji dovolj in tudi ionizacija zraka je tedaj ustrezna, a je posebej pomembna le za težje bolnike.

Važnejši, čeprav premalo raziskani so vplivi elektrostatičnih polj in elektromagnetnih valov. Znano je, da leži prav v teh najmočnejši učinek vremena na počutje in psihično ravnovesje ljudi ter so to najvažnejši meteorotropni elementi; vemo pa tudi, da jih mnoge moderne konstrukcije oz. materiali uničujejo, ustvarjajo ali spreminjajo, toda kako in s kakšnim učinkom na ljudi, je pre malo znano. Ugotovljeno pa je bilo, da se imunost ljudi proti nekaterim boleznim v elektromagnetnih poljih poveča /1/.

Ne nazadnje so v notranjih prostorih oziroma v okviru notranjih pogojev važni estetski učinki in drugi na stavbo vezani psihološki faktorji. Tak je npr. občutek varnosti, ki je zlasti pomemben ob neugodnih ali ekstremnih vremenskih pogojih (nevihte, viharji itd.). S tega vidika je pomembna celo oblika prostorov, saj so poskusi pokazali, da je človekov občutek varnosti v krožnem ali celo kroglastem prostoru večji. Vse take detajle in drobne posebnosti pri gradnji vsakdanjih stanovanjskih in delovnih prostorov seveda ne bomo mogli dosledno upoštevati, ker bi gradnjo preveč podražili. Prav pa je, da vemo zanje in da jih upoštevamo tam, kjer je to potrebno ali kjer jih lahko dosežemo s sorazmerno majhnimi stroški. Videli pa smo, da je večina teh faktorjev direktno ali posredno povezanih z vremenskimi elementi in pojavi, ki jih je za primerne oz. optimalne rešitve treba poznati.

Zunanji pogoji

Glavni del zunanjih pogojev nedvomno predstavljajo vremenski in klimatski elementi ter njihove kombinacije. Vseh teh je veliko in preveč, da bi jih bilo mogoče preprosto upoštevati. Vseh čisto niti ne poznamo dovolj natančno, vendar je navadno glavni problem ugotoviti, katere in kako upoštevati /5/.

Na sliki 1 so podani tudi najvažnejši zunanji elementi in za temperaturo je kot primer podanih nekaj njenih karakteristik oziroma parametrov. Že pri tem spoznamo, da je treba iz brezštevilne množice temperaturnih podatkov, ki so jih v nekem kraju izmerili skozi desetletja, izvesti ustrezne parametre, tako da z maloštevilnimi od njih mnogo in bistveno povemo. Kaj je bistveno, pa zavisi tako od zahtevanih notranjih pogojev, kot od lastnosti stavbe in prevladujočih ali pomembnih zunanjih razmer. Tako se lahko vrtimo v začaranem krogu, toda če ravnamo premišljeno, smo po vsakem krogu bliže cilju, to je, bliže najboljši rešitvi. Tudi primer sodelovanja, ki ga bomo spoznali pozneje, poteka na podoben način iteracije.

Daleč bi presegli okvir tega pregleda, če bi hoteli podrobneje obravnavati vse pomembne zunanje pogoje, zato naj opozorimo le na nekatere zanimivosti in novejša spoznanja. Pri načrtovanju je treba upoštevati, da se bodo zunanji pogoji prav s to stavbo in ureditvijo prostora okrog nje lahko precej spremenili, te spremembe pa je treba vsaj oceniti. K taki oceni nam lahko precej pomaga diagram temperaturnih potekov za različna tla, kot je za primer podan na sliki 3.

Posebno važne so za gradbenike in planerje razne ekstremne vrednosti nekaterih elementov in pogostnost oziroma verjetnost njihove ponovitve, ker dajejo neposredno merilo za riziko, ki ga je treba privzeti. Pri tem je npr. važen odnos med trdnostjo konstrukcije strehe in njeno ceno in med sunki viharnih vetrov, zelo debelo snežno odejo in podobno. Tu je npr. klimatska karta poprečne maksimalne debeline snežne odeje (slika 4) le prvi informativni podatek. Toda šele na osnovi daljšega niza podatkov izračunana verjetnost ponovitve ekstremov samih omogoča oceno rizika in ekonomsko optimalno rešitev.

Z vidika prihranka energije so važni zunanji oziroma naravni viri in ponori energije. Med te štejemo sončno obsevanje, terestično sevanje, kondukcijo s tal in v tla, konvektivno ohlajevanje ter izhlapevanje in kondenzacijo. Za določitev teh vrednosti v neki lokaciji moramo poznati vrsto meteoroloških in drugih elementov. Pri tem nam le malo pomagajo samo diagrami, katerih primer je podan na sliki 5, ker je za resnično energijsko bilanco treba poznati in upoštevati oblačnost, meglo, vrsto tal in celo onesnaženost ozračja, da ne naštejemo skoraj vseh zunanjih vplivov.

Tudi vseh značilnosti in posebnosti naših razmer tu ni mogoče obravnavati v detajle, ampak lahko opozorimo le na bistvene od njih. Velik del naših najgostejše naseljenih območij leži v kotlinah, te pa imajo prav specifične klimatske razmere, ki jih ne najdemo v nobenem splošnem klimatskem pasu ali področju. To pomeni, da so vrednosti in potek elementov in njihovih kombinacij v kotlinah povsem svojstveni. Zato spoznanj in normativov z drugih področij ne smemo tu uporabiti brez skrbne in tehtne presoje.

Posebno v zimski dobi so kotline zapolnjene za dalj časa z jezeri hladnega zraka in z meglo, zato je sončnega obsevanja izredno malo, temperature so relativno nizke, vlaga je visoka, vetrov skoraj ni - sliki 6 in 7. Le rahlo gi-

banje zraka se razvija lokalno zaradi reliefnih pogojev ali toplotnega otoka naselja, kar pa je premalo za zadostno čiščenje zraka. Zato morajo biti gostota, višina in razporeditev zgradb skrbno proučene, izolacija dobra, sistem zračenja bolj prirejen dnevnemu hodu onesnaženja kot temperature itd. Dilema se pojavi v tem, da se borimo proti izgubi toplote, toda toplotni otok naselja je često edina gonilna sila gibanja zraka, ki s tem vsaj nekoliko zmanjša koncentracijo onesnaženja, gostoto megle itd. /6/ - slika 8.

Vrsta na sliki 1 podanih zunanjih pogojev oziroma elementov, od katerih vsakega (podobno kot temperaturo) lahko podamo dovolj natančno šele s številnimi količinami in parametri, je očitno zelo dolga, a še ne popolna. Če upoštevamo še kombinacije med njimi, spoznamo, da je tudi same zunanje pogoje težko racionalno zajeti, vendar ni nemogoče. Toda tu ni splošnega pravila; glede na potrebe in druge pogoje je treba najti bistvene od njih, še bolje pa je, če to delo ob primernem modelu lahko prepustimo računalniku. Toda dobrih modelov še ni.

Ker ima tudi skoraj vsaka stavba vrsto svojih posebnosti, je za dosegajo najbolj-ših rešitev potrebno sodelovanje med strokovnjaki raznih strok, med katerimi meteorolog ne le nudi podatke, temveč jih primerno pripravi in interpretira. Tudi način priprave podatkov je namreč pogosto določen šele v odvisnosti vzajemnih ugotovitev sodelujočih strokovnjakov. Tako meteorolog pomaga pri iskanju najprimernejše rešitve med zunanjimi pogoji, ki so dejstva, notranjimi, ki so približno postavljeni, ter kompleksnim načinom izvedbe stavbe /7/. Izvedba ima glede na karakteristike elementov in materialov skoraj neomejene možnosti izbire in rešitev, a le malo jih je blizu optimalne.

Stavba

Zunanji - pretežno meteorološki pogoji, kot smo videli, vplivajo preko elementov stavbe na notranje, lahko pa tudi ogrožajo obstoj stavbe same. Zato je pri izbiri elementov stavbe potrebno upoštevati vse posebnosti in karakteristike zunanjih pogojev določene lokacije in vse lastnosti in karakteristike materialov, konstrukcij in drugih parametrov elementov stavbe. Naj kot primer navedemo le nekatera spoznanja s tega področja.

Švedi so npr. ugotovili /1/, da se samo s strešno konstrukcijo da prihraniti 50% energije; Richard pa pravi, da že 3 cm debela dobra stropna izolacija reducira toplotni tok navzdol za 90%, kar je posebno važno za vroče kraje. Nekateri dajejo velik poudarek na barvo strehe. Da je barva strehe važna, kažejo tudi naša proučevanja /8/, katerih delček je podan na sliki 9. Iz nje vidimo, da so npr. temperature pod temno rdečo salonitno kritino za 9° višje kot pod naravno svetlo sivo in za 27° višje od temperature zraka. Z bleščeče belimi strehami je dobil Givoni vrednosti komaj za 2° višje od temperature zraka. Za mesta pride zaradi onesnaženja zraka bela oz. bleščeča streha v poštev le, če so na strehi nameščene izpiralne naprave, ki površino večkrat očistijo. Zanimivi so rezultati poskusov s pomičnimi strehami, s pomično izolacijo, z rast-

linjem ali z vodo čez celo strešno površino /1/. Pri nas pride vse to v poštev za obmorske kraje, medtem ko je v kotlinah potrebno strehe zaščititi predvsem pred izgubo toplote, pred vlago in močnimi obremenitvami pri dežju ob debeli snežni odeji.

Z vidika maksimalnega koriščenja zunanjih pogojev je zelo važna orientacija zgradbe. Tu pa nam za prvo oceno precej povedo podatki slike 6. Seveda pa je učinkovitost izbire orientacije v posameznih letnih časih odvisna še od mnogih lokalnih vremenskih pogojev. S tem v zvezi je važna tudi notranja razporeditev in orientacija, saj je napr. v poslovnih prostorih treba več svetlobe dopoldne, v stanovanjskih pa popoldne.

Splošno je znano, da uporabljajo gradbeniki vse več stekla oziroma velike oken-ske površine ali cele stene iz stekla. To je smiselno le za kraje, ki imajo v hladnejšem letnem času precej sonca, kot npr. Švedska, Kanada idr., ali pa v centrih velikih mest, kjer je med nebotičniki malo svetlobe. V naših kotlinah pa je tako: ob slabem vremenu je splošno oblačno, ob lepem pa so pozimi kot-line zapolnjene z meglenimi jezeri tako, da je včasih v celi zimi sonca le nekaj ur. Toplotne izgube skozi okna so večje kot skozi stene, dotoka toplote ni, pomanjkanje svetlobe pa je lahko in poceni dopolniti z umetno osvetlitvijo. Poleti pa ustvarjajo velika okna previsoke notranje temperature, ki jih je mogoče znižati le z velikimi stroški. Zato je v naših kotlinah smiselno graditi relativno manjša okna. Seveda se da okna tudi zasenčiti, in to na zelo različne načine in različno uspešno, kot je razvidno s tabele 1. Očitno pa velik del teh rešitev ni poceni oziroma je malo učinkovitih, zato je "steklena arhitektura" z energijskih vidikov upravičeno kritizirana /1/. Pri takih odločitvah je upoštevanje lokalnih klimatskih razmer nujno, posvet z meteorologom pa koristen.

Podobne dileme se pojavljajo pri drugih elementih stavbe in njihovih variantnih rešitvah in to ne samo pri stanovanjskih stavbah, ampak pogosto še bolj pri posebnih gradnjah. Vendar pustimo besedo o tem strokovnjakom s teh področij, saj naš namen ni učiti, ampak le opozarjati. Literature o posameznih problemih te vrste pa je tudi dovolj /9/.

Modeli

Iz povedanega še nismo povsem spoznali, vendar pa lahko zaslutimo obsežnost problema in brezštevilno množico posameznih in križnih vplivov zunanjih in notranjih pogojev v odvisnosti od elementov stavbe, njihovih karakteristik, kombinacij in variant. Posebno glede na hiter razvoj tehnologije, materialov in spoznanj je očitno, da en sam človek tega ne more obvladati. Zato so rešitve navadno zelo parcialne, pri čemer pa je pogosto tako, da z izboljšanjem enih pogojev poslabšamo druge. Kompleksnim rešitvam se je mogoče približati na dva načina:

1. iterativno s sodelovanjem različnih strokovnjakov in
2. s kompleksnim modelom in elektronskim računalnikom.

Kompleksnih modelov za računalnike še ni in bodo verjetno nastali šele na osnovi izkušenj prvega pristopa. Takih je bilo že nekaj. A poglejmo si na kratko najnovejši primer sodelovanja, ki je bil izveden letos v Švici in izčrpno prikazan na zadnjem simpoziju CIB v Zürichu.

Pri načrtovanju neke zgradbe so sodelovali arhitekt, gradbeni fizik, klimainženir in meteorolog. Arhitekt je najprej obdelal problem, prostor, strukturo, razporeditev dejavnosti (stanovanja, poslovni prostori, trgovine, garaže itd.) ter je izdelal prvo varianto oblike, orientacije ipd. Meteorolog je tačas obdelal in primerno podal najbistvenejše karakteristike zunanjih pogojev. Nato so skupno obdelali zastavljen projekt, določili obvezne kriterije po predpisih in spremljive kriterije ter prvo oceno notranjih pogojev. Spremenljive kriterije so smiselno spreminjali in sestavili 4 variante in zanje določili predvidene lastnosti in predvsem energijske pretoke, potrebe in izgube ter efekte na notranje pogoje za različne letne čase in se končno odločili za najboljšo varianto prvega kroga. Nato so s spoznanji prvega kroga pričeli takorekoč znova z namenom, da dosežejo primerne notranje pogoje ob minimalnih celotnih stroških vzdrževanja, vendar so pri tem upoštevali ceno zgradbe. Že drugi krog je dal mnogo boljše in zadovoljivejše rezultate. Detajlno opisan potek njihovega dela z vsemi prilogami pa bo podan v ustrezni publikaciji navedenega simpozija CIB.

Gotovo je, da nimamo dovolj strokovnjakov - zlasti meteorologov je malo - da bi lahko pri vsaki gradnji razvili tak postopek, toda nekaj sodelovanja med gradbeniki in meteorologi zlasti glede specifičnosti lokalnih klimatskih razmer bi prav gotovo nekajkrat povrnilo vložene stroške in odpravilo mnoge napake. Precej bi se lahko znižali tudi stroški vzdrževanja in bivanja, pri čemer pa bi bil prizadet uporabnik. Zato so predlagali, da se v planiranje bolj pritegne tudi ta dva s pojasnjenimi variantnimi možnostmi in podanimi ekonomsko-energetskimi posledicami in efekti. V bodoče pa je take zahteve in postavke potrebno pri sestavi modela vključiti v model. Prav gotovo pa pri nobenem modelu brez ustreznosti zajetih in lokalnim specifičnostim prilagojenih zunanjih pogojev, med katerimi so vremenski najštevilnejši, ne more biti uspeha oziroma poti do optimalne rešitve.

IZVEDBA PROJEKTA - GRADNJA

Tudi za izvajanje gradbenih del mora biti izdelan operativni plan, če naj bo delo čim bolj racionalno. Gradbena dela so - kot je znano - v veliki meri odvisna od vremena. Pri tem je važna npr. pogostnost zelo mrzlih dni, ker je betoniranje in še vrsta drugih del pri zelo nizkih temperaturah neizvedljiva. Važna je pogostnost in količina padavin zaradi kopanja temeljev, tako tudi zaradi raznih montaž, barvanja ipd. Močni vetrovi, ki so pri nas sicer redki, lahko zrušijo začasne konstrukcije itd.

Izdelanih je bilo več eksperimentov, s pomočjo katerih bi ugotovili, koliko je mogoče gradbene stroške zmanjšati s pravilnim upoštevanjem podatkov o vremenu in klimi. Rezultati so presenetljivi, saj dosegajo razlike 15% stroškov,

kar predstavlja pri velikih objektih v denarju kar lepe vsote: pogosto, ne le nekajkrat, temveč mnogokrat presegajo stroške takih priprav in boljšega planiranja gradnje.

Operativni plan mora zajemati tudi dolgo vrsto činiteljev, z vremenskega vidika pa mora biti usrežno prirejen letnemu času, nadalje mora biti dovolj fleksibilen, da se lahko ravna po dnevnih spremembah vremena. Pri tem se opira na vremenske napovedi. Te seveda niso 100% zanesljive, zato je potrebna izčrpna analiza razlik, kar terja moderne statistične metode in nekaj dela. To nam dokazuje naslednji primer, ki ga je navedel J.C. Thompson na industrijsko-meteorološki konferenci v Chicagu in ga podamo na kratko.

Vsak zimski večer so delavci nekega podjetja pospravljali opremo, ker bi se sicer pri temperaturah pod ničlo poškodovala. Stroški pospravljanja opreme so znašali vsak večer 300 \$, če pa bi ostala oprema enkrat zunaj pri temperaturi pod 0°, bi nastala škoda 2000 \$. V tem času pa je bilo mnogo noči, ko temperatura ni padla pod ničlo in so bili stroški pospravljanja proč vržen denar. Predstavniku podjetja se je zdelo, da bi se to dalo prištediti, če bi upošteval vremenske napovedi. Predno pa bi jim zaupal, se je hotel o ekonomiki tega prepričati.

Od meteorologov je zahteval za preteklo zimo tabelo dejanskih in napovedanih temperatur pod ničlo. To je primerjal s stroški pospravljanja, ki bi jih prihranil, in s škodo, ki bi nastala, ko ne bi - zanašajoč se na napovedi - pospravljali opreme. Rezultat je bil slab in kazalo je, da vremenske napovedi za njegove potrebe niso dovolj zanesljive. To je povedal meteorologom.

Meteorologi so ga opozorili, da ni ravnal dovolj premišljeno. Res so napovedi pogosto zgrešene, toda nemalokrat le malo. Zato se je pri takih problemih potrebno nasloniti na verjetnostni račun, ki omogoča izračunati relativno pogostnost oziroma verjetnost napake. Opremo bi bilo treba zaščititi nekajkrat več, kot bi sledilo iz samih napovedi, in sicer tedaj, ko je verjetnost pada temperature pod ničlo večja od razmerja med stroški zaščite in stroški sicer nastale škode. To je praktično pomenilo nekajkrat več, a še zdaleč ne vsako noč. Po tem računu bi bil prihranek že znaten. Ker pa so prognoza še opozorili na problem, so lahko pričakovali še boljši rezultat. Predstavnik podjetja je pristal na sodelovanje in v prihodnji zimi je podjetje prihranilo več tisoč \$ kljub temu, da je enkrat nastala škoda. Če odštejemo neznatne stroške nekajurnega vzajemnega dela, vidimo, da je bil prihranek znaten.

Iz tega in spredaj navedenih primerov in presoj sledi, da je sodelovanje med meteorologi in gradbeniki, arhitekti in sploh načrtovalci s teh področij ponekod nujno potrebno, skoraj povsod pa koristno in lahko prihrani posameznikom in skupnosti veliko sredstev in časa. Predvsem od sodelovanja, ki ga morajo v konkretnih primerih predlagati načrtovalci projektov, je odvisno, koliko bo pri nas uspešna pomoč meteorologije pri optimizaciji načrtovanja zgradb in gradnje različnih objektov.

LITERATURA

- /1/ Schweizer Baudokumentation: Klima und humane Umwelt, Int. CIB-Symposium über Bauklimatologie, Zürich 1974 (39 člankov).
- /2/ Statens institut för byggndsforsking: Teaching the Teachers on Building Climatology, Vol. of Preprints No. 1-3, Stockholm 1972 (76 člankov).
- /3/ Petkovšek Z.: Temperatura v stanovanjih in ogrevanje prostorov glede na vremenske činitelje, Letno poročilo Hidromet. zavoda SRS, Ljubljana 1960.
- /4/ Petkovšek Z.: Vlaga v stanovanjih s centralnim ogrevanjem in ovlaževanje prostorov, Razprave-Papers III, DMS, Ljubljana 1962.
- /5/ World Met. Organisation: Building Climatology, WMO Tech. Note No. 109, Geneva 1970 (31 člankov).
- /6/ Petkovšek Z.: Main factors of basin-climate as basis for urbanistic and building design, Proc. CIB-Symp. Zürich (v tisku).
- /7/ Petkovšek Z.: Gradbena in urbanistična klimatologija, Inform. bilt. Zav. SRS za reg. prost. plan. VII/12, VIII/1, Ljubljana 1973/1974.
- /8/ Petkovšek Z.: Temperature pod salonitnimi kritinami raznih barv, Razprave-Papers XVI, DMS, Ljubljana 1974.
- /9/ Givoni B.: Man, Climate and Architecture, Elsevier Publ. Comp. Amsterdam 1969.

ZUNANJI POGOJI

temperatura zraka
 srednja (dnev. mes. let.)
 amplituda (dnev. let.)
 ekstremi (verjet. ponov.)
 frekvenčna razporeditev

temp. tal in okolice

vlaga

osončenje

veter

oblačnost

padavine

snežna odeja

vremenski pojavi

vremenske tvorbe

elektromag. valovi, polja

onesnaženje zraka

okolica - zelenje
 gostota zgradb
 refleksija
 višina horizonta

STAVBA

streha

konstrukcija

oblika

nagib

barva

izolacija

orientacija

kritina

stene

okna in vrata

tla

naprave

dimenzije

lokacija

NOTRANJI POGOJI

temperatura

vlaga

osvetlitev

gibanje zraka

čistost zraka

ionizacija

el.-magn. polja

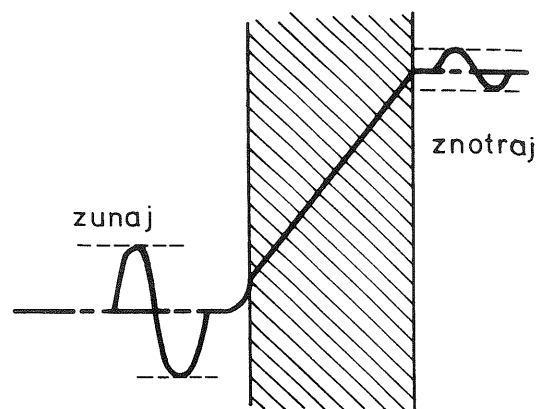
hrup

oblika prostorov

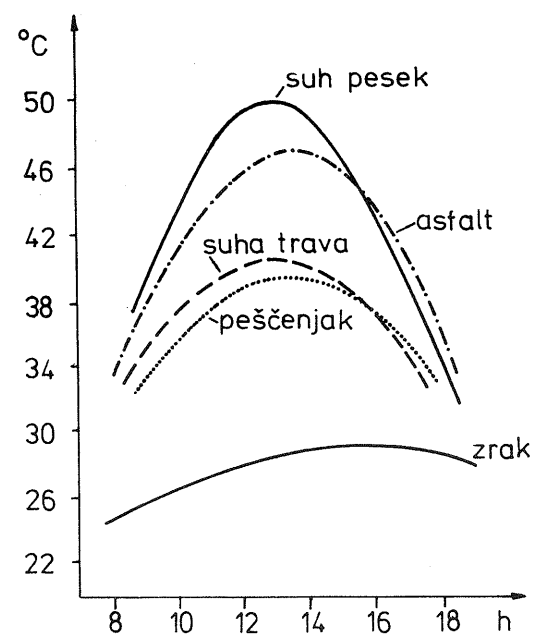
namen

aktivnost

Slika 1 - Glavni zunanji in notranji klimatski parametri in elementi stavbe



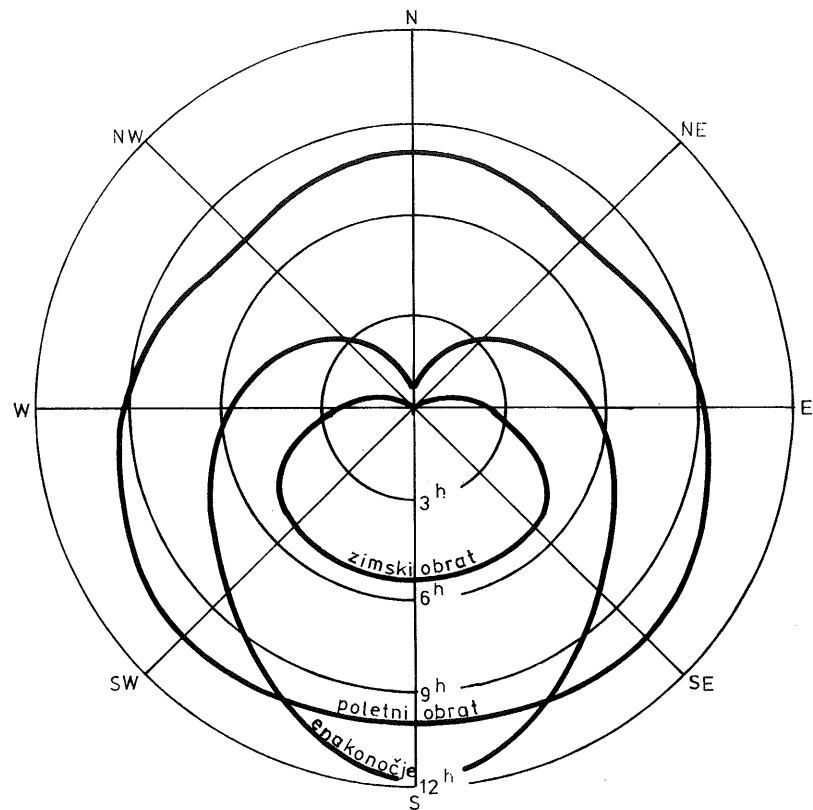
Slika 2 - Temperaturna nihanja zunaj in znotraj stavbe (iz A. Janouš)



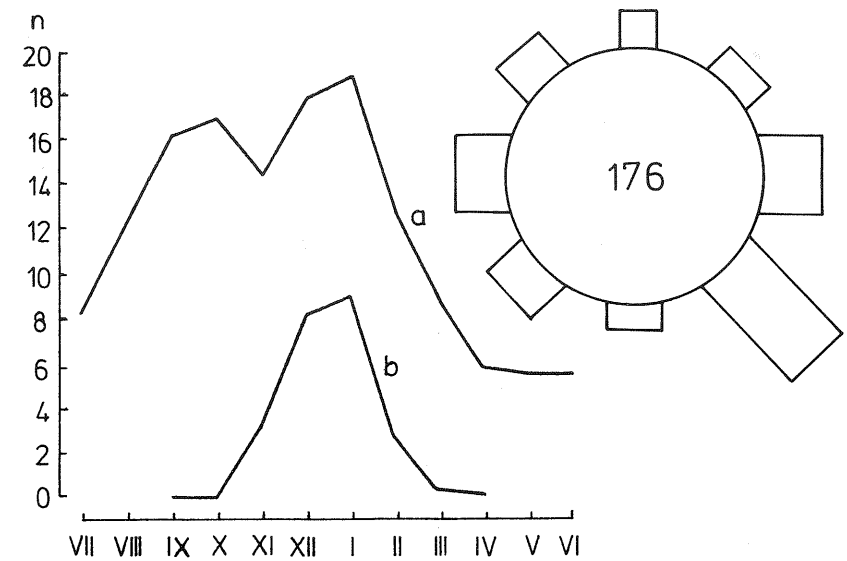
Slika 3 - Temperatura zraka in različnih vrst tal podnevi (iz L. Gajzágó)



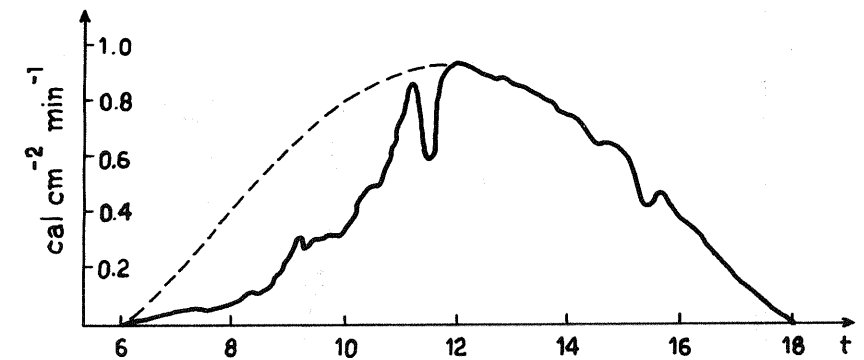
Slika 4 - Srednja maksimalna višina snežne odeje za Slovenijo (po Atlasu klime SFRJ, SHMZ)



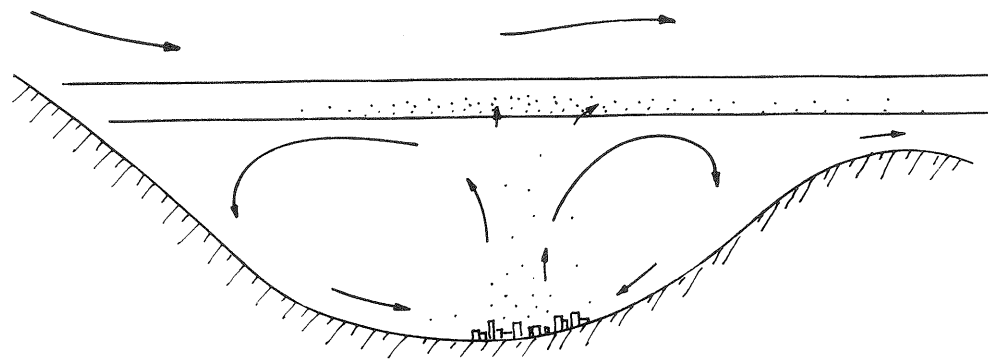
Slika 5 - Največje možno sončno obsevanje za različne letne čase (iz W. Chrošcicki)



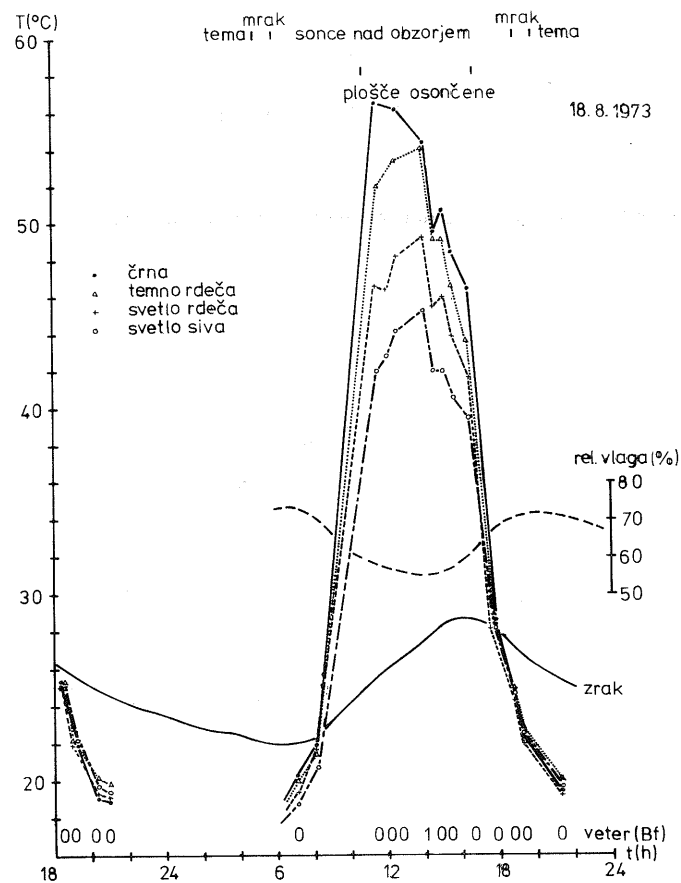
Slika 6 - Pogostnost megle, celodnevne megle in vetrovna roža za Ljubljano



Slika 7 - Oslabljenost sončnega obsevanja zaradi megle, če se ta dopoldne razkroji



Slika 8 - Cirkulacija zraka ob toplotnem otoku nad mestom v kotlini



Slika 9 - Temperature pod kritinami raznih barv ob mirnem in jasnem vremenu

POVZETEK

Način zidania bivalnih in delovnih poslopij ter njihova uporaba je pogojena s klimatskimi razmerami lokacije. Osnovne meteorološke podatke je treba za potrebe gradbeništva obdelati in jih vrednotiti iz raznih zornih kotov. Z uporabo novih gradbenih materialov, ki imajo zelo različne lastnosti, se je problem vpliva zunanjih faktorjev zelo zaostрил. Danes potrebujemo za zadovoljivo reševanje zapletenih fizikalno-toplotnih ekonomskih problemov čez 50 obdelanih meteoroloških parametrov, dobro pa so nam poznani le nekateri. Zato slone toplotno tehnični računi na ocenah brez globlje znanstvene osnove. Problem pa je široko družbenega značaja. Dokler ne bodo projektanti dobili teh potrebnih osnov, ne bodo tvegali delati brez rezerv, to pa pomeni dražje kot je treba.

* * *

Evropska klima je brez dvoma dovolj ostra, da moramo bivalne prostore pozimi ogrevati, v poletnem času pa se pojavlja vročina, ki nas sili, da hladimo prostore, kjer se zbirajo množice (delavnice, trgovine, šole, kinodvorane) in kjer so izviri toplote zaradi tehnoloških postopkov. Zelo pogosto potrebujemo v delovnih prostorih konstantno temperaturo. Vpliv razlike med notranjo in zunanjo temperaturo moramo izravnati z ogrevanjem oziroma ohlajevanjem.

Zaradi enostavnosti računov obravnava toplotna tehnika toplotni tok, ki je stacionaren, v resnici pa imamo opravka s toplotnimi tokovi spreminjajoče se moči. V zimski dobi je prehodni pojav ob zagonu kurilne naprave, v poletnem času se toplotni tok spreminja zaradi sončnega obsevanja.

Toplotne izgube nastajajo zaradi:

$$\text{transmisijskega prehoda toplote} \quad Q_T = A k \Delta t \quad (1)$$

$$\text{ventilacijskih izgub} \quad Q_L = V_L c \Delta t \quad (2)$$

$$\text{insolacije} \quad Q_S = A K \quad (3)$$

$$\text{notranjih izvorov} \quad Q_n = \sum n q \quad (4)$$

V enačbah 1-4 so parametri, ki predstavljajo: (A) velikost in obliko zgradbe, (k), (c), (K) so koeficienti za toplotni tok ter izraz Δt , ki predstavlja temperaturno razliko ($t_1 - t_2$).

Zunanjo obliko in s tem površino zgradbe zasnuje urbanist. V podrobnosti jo načrtar arhitekt, gradbenik pa idejo materializira. O kriterijih, ali so današnje oblike fasad primerne za dobro počutje stanovalcev in če so v skladu z vseob-

čo krizo v proizvodnji goriva in toplote, bi se dalo razpravljati. Ta problem se dotika naše teme v toliko, ker marsikateri arhitekt pozablja, da so zime pri nas ostre in da mora stanovalec trdo plačevati ogrevanje. Oblike fasad, ki imajo nareckane ploskve, bi se dalo označiti kot zapravljivce toplote in niso v skladu z tukajšnjo klimo. Primerjamo poprečno zimsko temperaturo v Frankfurtu (-12°C), Parizu (-10°C), Ljubljani (-18°C). Za enako fasado porabimo v Ljubljani najmanj 21% več toplote kot Parižani, in 16% več kot stanovalci v Frankfurtu, če bi imeli enako dolgo zimo. V resnici pa je pri nas daljša, ostrejša in bolj snežena. Res je, da izravnavamo razliko s centralno kurjavo - vendar ne brez višjih investicij in seveda večjih stroškov za ogrevanje.

Faktor (k) v enačbi (1) predstavlja toplotno prevodnost za stacionarni toplotni tok.

Gradbeniki poznajo vrednost toplotne izolacije in kako se jo vgradi. Glede debeline pa si niso povsem na jasnem. Debelino toplotne izolacije določajo: kvaliteta izolacije (toplotna prevodnost), cena izolacije, cena ogrevalnih naprav, cena toplote, anuitete in amortizacija investicij in meteorološki podatki (računska temperatura) za določen kraj.

Najbolj nejasni so podatki o temperaturni razliki ($t_1 - t_2$). Notranja temperatura t_1 (temp. prostora) je vsestransko raziskana in s testi utemeljena. Podatki so zbrani v priročnikih toplotne tehnike. Podatek (t_2) predstavlja temperaturo zraka na prostem. Ta podatek pa niha dnevno, tedensko, mesečno in letno. Trenutna vrednost je za račun toplotnih izgub neuporabna. Tudi letna najnižja temperatura močno niha; glej tabelo 2.

Tabela 1 - Ljubljana: 1949 do 1970

datum	t_e	t_d	t_{IIIe}	t_{IIIe}
	ekstremna letna	povprečna dnevna	triada ekstremna	triada povprečkov
1. jan. 1951	- 6,0	- 1,7	- 3,9	- 1,0
16. feb. 1956	-23,3	-15,2	-21,6	-14,2

Pred nekako 80 leti so se znanstveniki za ogrevalno tehniko v Nemčiji odločili za formulo, po kateri naj bi iz razpoložljivih meteoroloških podatkov določili računsko zimsko temperaturo t_2'

$$t_2' = \frac{\sum_{i=1}^n t_e}{n}$$

kjer je (n) število zaporednih, v redu neprekinjenih letnih ekstremov t_e , kjer mora biti $n > 10$. Iz potreb v praksi so določili še gradient zimskih izoterm $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ in sicer -25, -20, -15°C itd. Tabele za t_2 mest pa so tako uredili, da so za mesta med izotermami določili najbližjo nižjo izotermo kot pravo računsko temperaturo t_2 .

Podatki za t_2 v Ljubljani (kolikor so dosegljivi) so podani v tabeli 2.

Tabela 2 - Računske temperature za Ljubljano

	obdobje		
	do 1929	1932-1966	1949-1970
t_{e_a}		- 25,2	- 23,3
datum		1932	1.jan.1951
t_{-e}		- 16,2	- 14,8
t_2	- 20	- 18	- 15
Dokumenti	DIN 4701 let 1929	DIN 4701 1944 GCS	Izvoleček iz Meteorološkega godišnjaka

(t_2) je torej fiktivna vrednost, s katero računamo toplotne izgube. Pri tem predpostavljamo, da ta povprečni podatek zadostuje za našo klimo. Ta predpostavka je domnevna. Že samo pogled na tabelo 2 kaže, kako se zvišuje (t_2). Račun z -20°C na -15°C pa predstavlja 12,5% pocenitve ogrevalnih naprav.

Vemo, da so ogrevalne naprave v predvojnih zgradbah (1930-1938) vse predimenzionirane. Ravno tako je s stavbami, ki so jih računali s temperaturno razliko 38°C, kar je le v škodo investitorjem.

Zakaj se torej projektanti obotavljajo znižati računsko temperaturo? Gotovo je v tem nekaj negotovosti, ker so vajeni uporabljati le testirane in uradno predpisane podatke za materiale. Vse evropske države imajo ta podatek uradno določen - razen pri nas. Podatek je izhodiščen za določanje ogrevalnih kapacitet in s tem tudi osnova za predračune.

Ali bi se odločili za -18°C ali za -15°C; je odgovorna naloga; zbrati znanstveno argumentacijo pa je obsežno delo. Potrebno bi bilo izračunati še vrsto podatkov, s katerimi bi podkrepili tak korak. Naj nakažem le nekaj zaključkov.

Najnižja temperatura -23,3°C (glej tabelo 1) je trajala manj kot uro, saj je znašala povprečna dnevna le -15,2°C. Triada dnevni temperatur je znašala le -14,2°C, čeprav je "mraz" trajal več kot tri dni, kajti triada ekstremov znaša -21,6°C. Pojavlja se vprašanje, ali so povejane zgradbe sposobne akumulirati toliko toplote, da vzdrže od enega dnevnega maksima temperature do drugega. Tu bi morali razčistiti uporabnost $t_2 = -15^\circ$ za masivno zgrajene zgradbe in za "steklenjake". Toda klimatskih pogojev ne določa samo (t_2'), ampak cela vrsta parametrov.

Le s podrobnim študijem povezave meteoroloških podatkov in toplotno-fizikalnih lastnosti gradbenih materialov se bo dalo določiti načine zidanja, ki bi bili najcenejši in bi ustrezali vsem sanitarnim in komfortnim pogojem.

Zato se mi zdi zelo nekritično, da prevzemamo DIN ali katerekoli druge metode določanja računске temperature lahkoverno brez znanstvene argumentacije.

Toplotne izgube v poletni dobi rešujemo s hladilniki v sklopu klimatizacijskih naprav. Te naprave so po investicijah kakor tudi po obratovanju večkrat dražje od ogrevalnih. V naših krajih ni treba brezpogojno klimatizacijskih naprav v zgradbe, kot so biroji, instituti i. p., če so primerno grajeni, razen v prostorih, kjer znatno poslabša zrak tehnologija ali zbiranje ljudi. Tako je mogoče s primernim oblikovanjem fasade (ne pa s filtri na oknih) in načinom zidanja doseči dobre rezultate dušenja vpliva sončne radiacije. Taka študija zahteva družno sodelovanje arhitekta, toplotnega in meteorološkega strokovnjaka. In vendar se tako delo izplača, ker odpadejo investicije in obratovalni stroški.

Meteorološki podatki za dimenzioniranje instalacij klimatizacijskih naprav so podobno kot za zimo obdelani po metodi povprečnih ekstremnih temperatur. Te podatke projektanti bolj ali manj točno brez enotnega kriterija izračunajo ali pa ocenijo po nemških predlogih.

Medtem ko morajo biti izoterme pri ogrevanju urejene po $\Delta t = 5$ oziroma $\Delta t = 3^{\circ}\text{C}$, se določa (t_2) za poletni režim po $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$. Vprašanje trajanja ohlajevanja (število dni ali število ur) na poletno sezono je še posebno odločilno za ekonomski račun. Ta naloga še ni bila obravnavana pri nas, kolikor mi je znano. Če so stroški preveliki, hladilne naprave enostavno ustavijo. Nihče pa ne vpraša, čemu so bile potrebne tolikšne investicije.

V formulah, kjer zajemamo toplotne izgube vsled ventilacije, imamo opravka tudi z Δt in s hitrostjo vetra. Po DIN 4701, ki jih pri nas splošno uporabljamo za račun toplotnih izgub, upoštevamo Δt pri računski temperaturi. To je mogoče v Nemčiji pravilno, ne pa pri nas. Saj je znano, da je pri nas temperatura zraka ob vetru vedno višja kot pri brezvetrju (in jasnem nebu). Študija, ki bi obravnavala povezavo pogostosti smeri vetra, njegove jakosti ter spremeljajoče temperature, bi gotovo izboljšala osnove, s katerimi računamo. Tudi nihanje hitrosti vetra (npr. burje) niso brez specifičnosti za nekatere naše kraje. Skratka, uporabljamo formule in parametre, za katere upravičeno sumimo, da ne ustrezajo našim meteorološkim razmeram.

Gradnja stolpnice čez profil okolice je prinesla v ogrevalni tehniki nove naloge in presenečenja. Vpliv vetra, dež, ki ga nosi veter po strani, je brez dvoma večji kot pri tleh ali v strnjem naselju.

Ti pojavi so pri nas neraziskani, ko na primer računamo gospodarsko najugodnejšo debelino toplotne izolacije zidu.

Projektanti za ogrevalne naprave in za klimatiziranje: gradbeniki, arhitekti in urbanisti rabijo za svoje delo blizu 60 podatkov, ki slone na meteoroloških zapisih. To so večinoma dolgoletni povprečki. Te podatke pa je treba leto za leto obdelati in ažurirati z novimi. Delo mora biti timsko med meteorologi,

toplotnimi energetiki, urbanisti, arhitekti in gradbeniki, da bi bili zaključki uporabni za vse panoge.

Izsledki bodo pripomogli tudi k zanesljivejšemu načrtovanju gospodarjenja s toplotno energijo, ki postaja v svetovnem merilu in pri nas vsako leto bolj kritično. Če ne bomo tega v kratkem obdelali, bo trpela vsa družba, najbolj pa stanovalci v novih hišah. Edino zanesljivi podatki vodijo k uspehu neboleče štednje s toploto.

Zbiranje in obdelava meteoroloških podatkov je namenjena družbi. Uporabljali jih bodo strokovnjaki načrtovalci - do izvajalcev, ki vežejo nanje svoje garancije. Zato menim, da bi morala to akcijo prevzeti sekretariat za gospodarstvo in gospodarska zbornica, ki združujeta vse dejavnike, in predvsem preskrbeti sredstva za kritje začetnih in vsakoletnih stroškov, ki bodo manjši kot začetni. Rezultat teh naporov bodo prihranki pri investicijah in dolgoročno pri zmanjšanju porabe goriva ter z njim v zvezi dima, ki postaja vsako leto večji sovražnik človeka in okolja.

POVZETEK

U zavjetrinama zgrada stvaraju se t.zv. aerodinamične sjene ili zone vrtloga, u kojima specijalna mikro cirkulacija zraka dovodi do akumuliranja onečišćenja. Aerodinamične sjene mijenjaju svoj oblik, veličinu i položaj obzirom na zračne struje, koje transportiraju štetne plinove i čestice - te ih se na osnovu karakteristika vjetra te oblika i veličine zgrada može odrediti. U sistemu kontrole aerozagadjenja u jednom gradu važno je poznavati zone vrtloga u karakterističnim vremenskim situacijama, a kod prostornog i urbanističkog planiranja uzeti u obzir nastajanje aerodinamičnih sjena u vezi s prevladavajućim strujanjem nad gradom.

OPĆENITO

Prostorna razdioba štetnih plinova i čestica u prizemnom sloju zraka na području naseljenih mjesta svestrano se proučava posljednjih decenija širom zemlje.

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske intenzivno radi na ovoj problematici tražeći fizikalne zakonitosti, koje povezuju prostorno-vremensku promjenu zagadjenosti i meteoroloških elemenata na području grada Zagreba /3/. Poseban problem u tom ispitivanju, čine zavjetrine zgrada, u kojima zbog specijalnog režima vrtložnog strujanja (Slika 1) dolazi do akumulacije zagadjenosti.

Formiranje i oblik "zona vrtloga" u zavjetrini zgrada proučava se eksperimentalno i teoretski te se u literaturi iznosi više modela za njihovu determinaciju. Svi oni kao osnovu uzimaju veličinu i međusobnu udaljenost zgrada u odnosu na smjer vjetra.

Mi smo se u ovom radu poslužili rezultatima sovjetskih istraživanja /2/. Prema relativno jednostavnom modelu "aerodinamičnih sjena", prikazanom u naveđenom radu, granica aerodinamične sjene za zgradu, čija je duljina L, okomita na smjer vjetra, veća od 10-struke visine, određuje se pomoću slijedeće zakonitosti:

$\frac{X}{H}$	zgrade	0	1	2	2,5	3	4	5	6	7	8	8,5
$\frac{h}{H}$	zgrade	1	1,75	2,2	2,2	2,1	1,7	1,3	0,75	0,35	0,05	0,04

gdje je X udaljenost unutar zone vrtloga od one strane zgrade, na koju "udara"

zračna struja, H je visina zgrade, a h je visina zone vrtloga. Ukoliko je $L \ll 10 H$ smanjuje se h pomoću korekcionog faktora $A = (0,1 \frac{L}{H})^{1/2}$

ZONE VRTLOGA ZATVORENIH BLOKOVA KUĆA

Spomenuti model primijenjen je na tri različita bloka zgrada u Zagrebu (vidi slike). Poznavajući dimenzije zgrada te smjer strujanja zraka određena su područja zona vrtloga (osjenčana područja na slikama). Vrtložna su strujanja unutar osjenčanih zona ili t.zv. aerodinamičnih sjena uvelike ovisna o smjeru strujanja. Ona su najintenzivnija kod strujanja, koje je okomito na zgradu. Za takav slučaj vrijedi i upotrebljeni model. Porastom upadnog kuta vjetra tj. približavanjem smjera vjetra smjeru pružanja zgrade smanjuju se dimenzije područja aerodinamičnih sjena i istovremeno slaba vrtložna strujanja. Zato su dimenzije zona vrtloga na priloženim slikama smanjivane projiciranjem na okomiti smjer na zgradu. Nadalje, u našem računu nismo uzimali u obzir brzinu vjetra, jer su strujanja bila mnogo slabija od kritičnih brzina vjetra (čije su vrijednosti ovisne o dimenziji zgrada i stabilnosti atmosfere).

Kod tih je horizontalno strujanje toliko jako, da ne omogućava nastajanje vertikalnih vrtloga unutar aerodinamičnih sjena.

Prema općoj procjeni veze zagadjenosti zraka i brzine vjetra u Zagrebu /3/ te se brzine kreću oko 10 ms^{-1} , a takva se strujanja tokom cijele godine javljaju u manje od 5% slučajeva.

ZONE VRTLOGA I URBANISTIČKO PLANIRANJE

Zone vrtloga u pojedinim naseljima određuju se u vezi sa strujanjem zraka na više načina:

- za sve smjerove vjetra - podesno za zimsko razdoblje u naseljima s mnogo individualnih kućnih ložišta. U tom slučaju dolazi do izražaja ovisnost zona vrtloga o ruži vjetrova.
- Za onaj smjer strujanja, kojim se u naselju donose polutanti iz većih industrijskih zagadjivača. Tim putem se pronalaze ona područja u naselju, gdje će dolaziti do akumulacije zagadjenja, koje emitira dani industrijski pogon. Ovaj problem postaje akutan i traži poduzimanje zaštitnih mjera ako su zračne struje u smjeru od industrijskog pogona do naselja dosta česte.
- Kod planiranja novih naselja trebalo bi nastojati, da se aerodinamične sjene svedu na minimum. U tu svrhu potrebno je predvidjeti položaj i veličinu zona vrtloga obzirom na t.zv. rezultatni prijenos čestica nad razmatranim područjem. Naime, otpadni plinovi i čestice putuju nad područjem, mijenjajući - u ovisnosti o zračnim strujama - smjer, brzinu i koncentraciju. Zato pro-

storno-vremenska razdioba zagadjenosti stalno varira tokom dana i godine, zadržavajući pritom osobinu, da u zavjetrini zgrada dolazi do akumulacije otpadnih tvari. Postoji mogućnost, da se za dulje vremensko razdoblje (mjesec, godišnje doba, godina) odredi konačni, rezultatni pomak ili put vjetra, a time i čestica koje su nošene zračnim strujama. Relativno jednostavnom metodom može se iz podataka ruže vjetra odrediti rezultatni put vjetra (RPV) za svaki punkt, koji ima mjerenja vjetra. Vrijednosti RPV nanose se na kartu u obliku vektora, pomoću kojih se dalje preko razmatranog područja izvlače strujnice RPV /3/. Tim putem dobija se kontinuirana slika rezultatnog prijenosa čestica nad nekim područjem.

Planovi urbanističke izgradnje trebali bi uz ostale faktore uzimati u obzir i rezultatni prijenos čestica nad razmatranim područjem. Što se tiče akumulacije zagadjenosti u zavjetrini zgrada nova bi naselja trebalo planirati tako, da se svede na minimum nastajanje zona vrtloga u odnosu na smjer strujnica RPV.

DISKUSIJA SLIKA

Na priloženim slikama određene su zone vrtloga za tri karakteristična bloka zgrada u Zagrebu.

Rezultatni prijenos čestica u Zagrebu tokom najzagadjenije sezone - zime - je u smjeru od sjeveroistoka prema jugozapadu tokom cijelog dana, osim podnevnih sati kada je rezultatno strujanje iz jugoistoka prema sjeverozapadu. Aerodinamične sjene određene su za oba slučaja RPV preko Zagreba.

Na dane 6. i 9. VI 1972. obavljena su na području Zagreba specijalna mjerenja prizemnih koncentracija raznih polutanata - te su, radi ilustracije, zone vrtloga određene i na te dane.

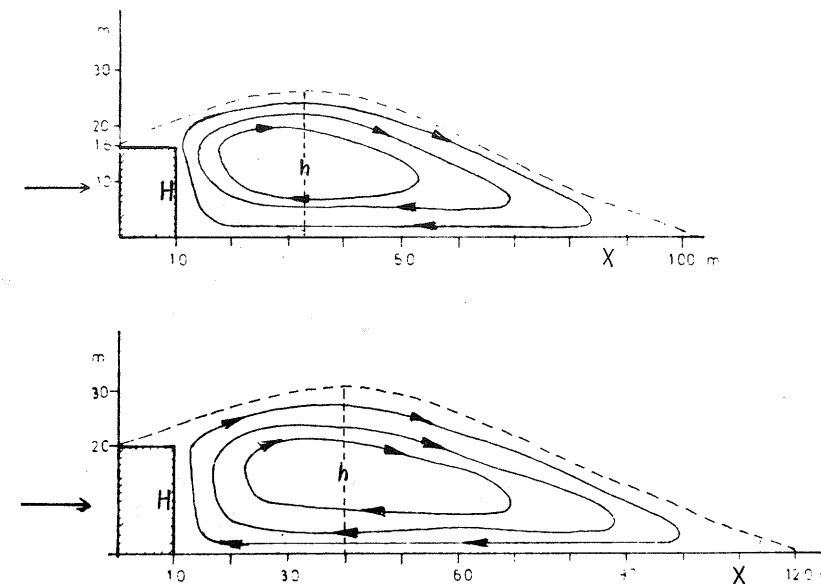
Napomena: ako se na zonu vrtloga, koja nastaje u zavjetrini bloka zgrada slične visine superponira vrtložno strujanje u zavjetrini jedne više zgrade, osjenčano područje je tamnije.

LITERATURA

- /1/ Serebrovskij F.L. 1971: Aeracija žiljoj zastrojki, str. 37-68, Moskva.
- /2/ Lejkin I.N., 1970: Projektiviravanje ventiljacionih i promišljenih vybrosov u atmosferu, Moskva.
- /3/ Ovisnost zagadjenosti zraka u Zagrebu. O meteorološkim faktorima, 1974, str. 102-140, Zagreb.

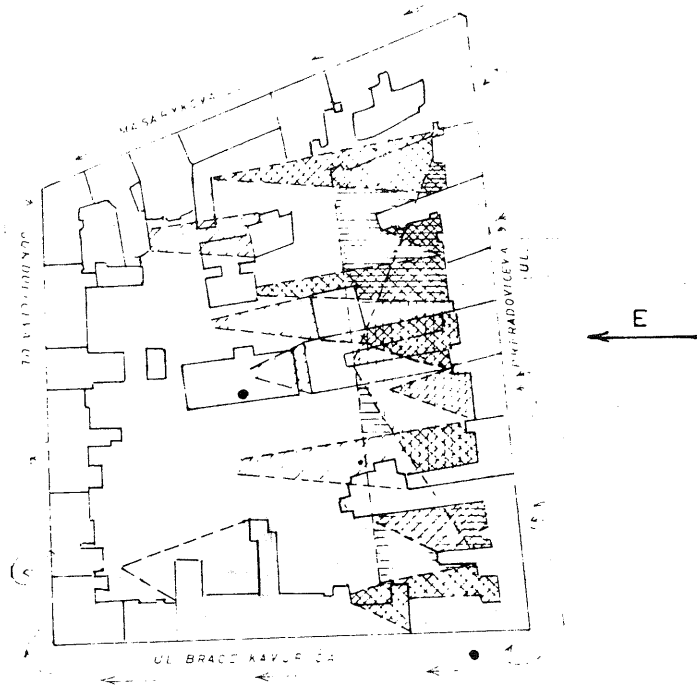
SUMMARY

A special type of vertical circulation in the lee side of buildings causes the pollution accumulation. These vortex zone can be determined as function of air flow characteristics and building dimensions as well. Air pollution monitoring and urban planning as well should take into account the existence of vortex zone in building airshadows.

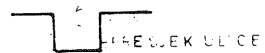


Slika 1 - Presjek zone vrtloga iza zgrada visine 16 i 20 m

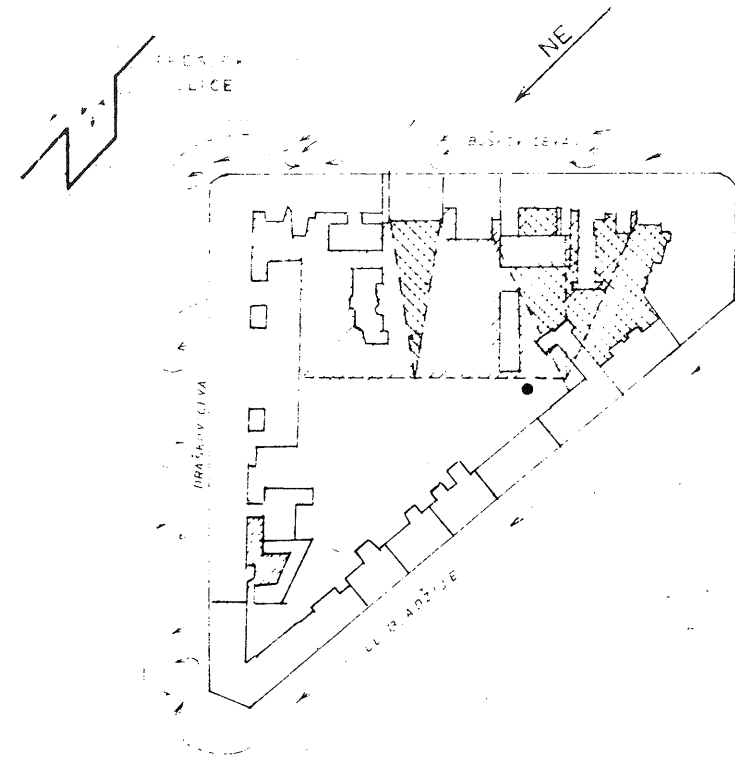
① BLOK ul. braće Kavurića, Preradovićeve, Masarykove i Gundulićeve ulice



Slika 2 - Zona vrtloga dne 6. VI 1972
na osjenčanim područjima nakuplja se najviše zagađenja



② BLOK Boškovićeve ul., Trga žrtava Fašizma, Adžijine i Draškovićeve ulice

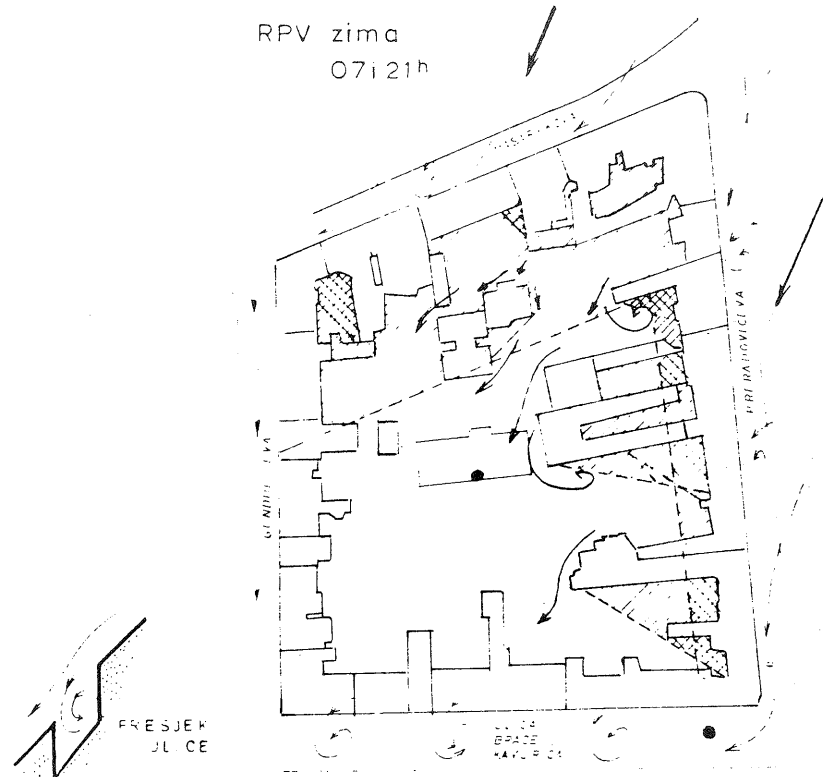


Slika 3 - Zona vrtloga dne 9. VI 1972



① BLOK ul. braće Kavurića, Preradovićeve,
Masarykove i Gundulićeve ulice

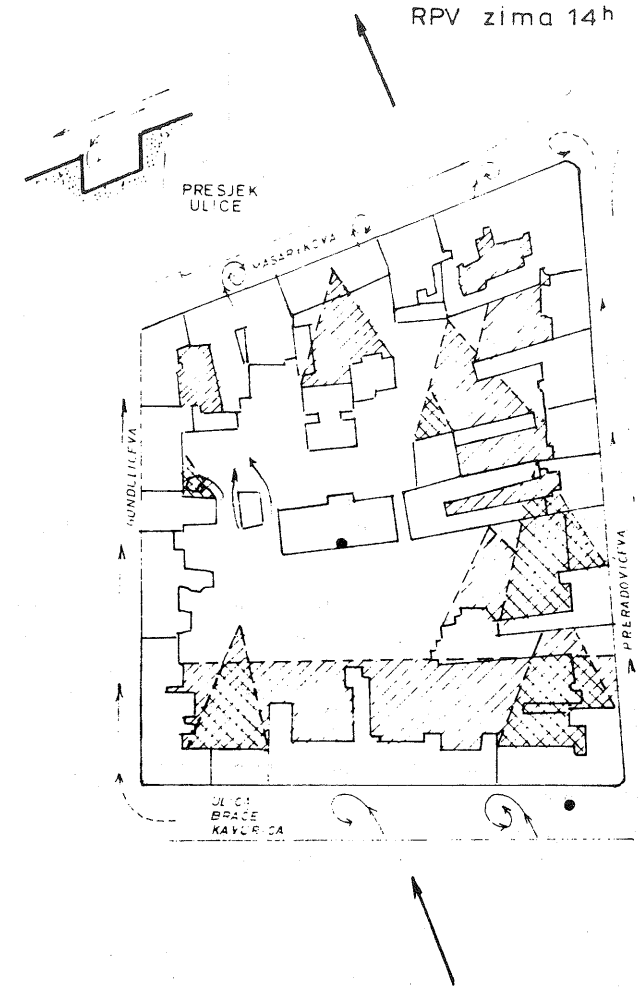
RPV zima
07i 21h



Slika 4 - Zone vrtloga kod prevladavajućeg strujanja noću

① BLOK ul. braće Kavurića, Preradovićeve,
Masarykove i Gundulićeve ulice

RPV zima 14h



Slika 5 - Zona vrtloga kod prevladavajućeg strujanja sredinom dana

POVZETEK

Cesta je izpostavljena zunanjim vplivom, ki jim mora biti kos, če naj služi svojemu namenu. Pri tem je vreme eden od glavnih faktorjev, ki vpliva na način izgradnje cestnega telesa pa tudi na način in stroške vzdrževanja.

Prognoze vremena in zbrani ter primerno obdelani meteorološki podatki so potrebni: v fazi projektiranja cest ter projektiranja ukrepov za zaščito ceste; za izdelavo terminskega in operativnega načrta gradnje, za prilagoditev tehnologije dela i.p.; za ukrepe pri rednem investicijskem vzdrževanju in za študij finančnih in ekonomskih posledic pri raznih vremenskih pogojih.

UVOD

Vsaka cesta je - ne glede na njen pomen in značaj - del pokrajine. V tem ambientu je seveda izpostavljena vsem neposrednim vplivom naravnih sil, ki jim mora biti od izgradnje in v vsej dobi njenega trajanja kos, če naj služi svojemu namenu.

Eden osnovnih faktorjev, ki neposredno vpliva na način izgradnje cestnega telesa in vseh njegovih delov, pa tudi na način in stroške vzdrževanja, je vreme.

Meteorološke podatke, njihovo analizo, študij posledic in način ukrepanja za zaščito pred vremenskimi vplivi, lahko pri cestah razdelimo v 3 faze:

1. v zbiranje in analizo podatkov v fazi projektiranja cest ter projektiranja ukrepov za zaščito ceste
2. v zbiranje in analizo podatkov za izdelavo terminskega in operativnega načrta gradnje ter prilagoditev tehnologije dela vremenskim pogojem v različnih letnih časih
3. v zbiranje in analizo klimatskih in mikroklimatskih pogojev v času eksploatacije ceste, zaradi ukrepanja pri rednem in investicijskem vzdrževanju in v študij finančnih in ekonomskih posledic vzdrževanja pri danih vremenskih pogojih.

Klimatski oris trase je potreben že v fazi izdelave investicijskega programa neke ceste. Gre za osnovno klasifikacijo v klimatskem oziru tistega območja, po katerem potekajo cestne variante.

V odvisnosti od nadmorske višine in pogostnosti posameznih meteoroloških pojavov dobi vsaka cestna varianta svoje pozitivne in negativne vrednosti, ki so lahko v skrajni konsekvenci celo odločujoče. S tem v zvezi je potrebno zbrati in podrobno obdelati za daljša časovno obdobje naslednje podatke o padavinah:

- srednje letne in najvišje letne višine padavin
- srednje polletne višine padavin
- srednje letno in polletno število dni s padavinami
- srednje letno in polletno intenziteto padavin
- srednje mesečno in srednje letno število dni s snežno odejo
- srednje mesečno in srednje letno maksimalno višino snežne odeje
- srednji prvi in srednji zadnji dan s snežno odejo
- absolutno letno maksimalno višino snežne odeje in najvišjo dnevno višino novozapadlega snega
- srednje in maksimalno letno število dni s sneženjem.

O temperaturnih spremembah zbiramo za investicijski program naslednje podatke:

- srednje letno, januarsko in julijsko temperaturo zraka
- absolutno in srednje absolutno maksimalno temperaturo zraka
- absolutno maksimalno in srednje maksimalno število dni s temperaturo pod 0°C.

V zvezi z oblačnostjo, meglo, vetrom in nevihtami pa so za oceno posameznih variant potrebne naslednje vrednosti:

- srednje letno število jasnih in oblačnih dni
- srednje letno število dni z meglo in nevihtami
- srednje število dni z vetrom.

Naštete podatke obravnava investicijski program iz različnih aspektov. Dejstvo je, da se vremenski pogoji vzdolž neke ceste spreminjajo v odvisnosti od geografske lege in nadmorske višine na daljših cestnih potezih z morda nekaj karakterističnimi točkami, kjer je potrebna podrobnejša analiza mikroklimatskih razmer. Te razmere investicijski program lahko praktično obravnava le v obliki prognoze, seveda z večjim ali manjšim faktorjem nezanesljivosti. Teren,

po katerem potekajo variante neke nove cestne zveze, razdelimo zategadelj na klimatska področja in jih skušamo tako na osnovi zbranih podatkov tudi klasificirati.

Vrednotenje klimatskih razmer v investicijskem programu nove ceste poteka v dveh osnovnih smereh:

1. kot analiza posledic nekega meteorološkega pojava, ki ga je potrebno upoštevati pri tehnični zasnovi objekta. Posledice tega se odražajo neposredno v gradbenih stroških, posredno pa v ekonomskem efektu gradnje, tj. interni stopnji donosnosti ali stopnji vračanja, izraženi v % vloženega kapitala
2. kot vhodni podatek pri metodi analize optimalnih pogojev za izgradnjo nove ceste na področju, ki ga preiskujemo.

V sistemu podatkov, potrebnih za izbor neke variante nove cestne komunikacije, klimatske razmere torej niso zanemarljiv element.

Idejni projekt, tj. projekt nove cestne zveze, ki ga izvedemo v merilu 1:5000 do 1:1000, rešuje osnovna vprašanja fizične vklopitve cestnega telesa v teren, podaja pa tudi osnovne rešitve posameznih detajlov, med katere sodi v prvi vrsti sistem odvodnjavanja. Stopnja natančnosti obdelave idejnega projekta nasproti glavnemu je 70-80%, kar pomeni, da mora projektant temeljito preštudirati ne le geološke in geomehanske pogoje gradnje, pač pa tudi klimatske in hidrološke razmere prizadetega področja.

Glavni ali izvedbeni projekt podaja za razliko od idejnega projekta vse tehnične podrobnosti cestnega telesa in objektov na njem vključno z objekti, ki nam jih pogojujejo vremenski pogoji: odvodni sistem; jaški, drenaže, kanali, propusti, mostovi; sistem zgornjega ustroja ceste (prečni nagibi, hrapavost, debelina, zmrzljinska zaščita); sistem opreme ceste (indikatorji megle, poledice, vetra in s tem v zvezi ročnega ali avtomatskega upravljanja prometnih znakov), zaščita proti sunkom vetra, snežnim zametom, plazovom itd.

Kot že rečeno, je prognoziranje mikroklimatskih razmer na posameznih delih nove ceste relativno težko. 32 km dolg odsek avtoceste Vrhnika-Postojna nam je npr. postregel z nekaj zanimivimi presenečenji. Poledica se ne pojavlja najpogosteje na viaduktu Ravbarkomanda, kakor smo glede na njegovo izpostavljenost pričakovali, pač pa na ravnem delu ceste pred viaduktom, kjer je največ senčnih mest. Smer vetra je na viaduktu običajno vzporedna z objektom in ne pod bolj ali manj ostrim kotom, kakor smo prvotno predvidevali. Snežnih zametov na tem cestnem odseku praktično ni - itd.

Posebno poglavje v načrtovanju zavzema projektiranje gorskih cest. Res je, da v povojnem času nismo zgradili niti modernizirali kaj prida gorskih cestnih komunikacij. Načrtujemo novo cestno povezavo med dolino Tamarja in Koritnice in novo zimsko cesto na vršič. Vremenske razmere so na teh cestah odločilnega pomena. Zlasti skrbno morajo biti obdelani objekti za zaščito proti snež-

nim plazovom in objekti za odvodnjavanje (hudourniki, galerije, predori). Ekonomski učinek take cestne komunikacije pa je neposredno odvisen od števila dni, ko je cesto možno uporabljati. S tem v zvezi je nujno proučiti sistem njenega vzdrževanja, lociranja zimskih vzdrževalnih baz in potrebne strojne opreme, kar vse v bistvu diktira klima obravnavanega območja.

ANALIZA PODATKOV ZA IZDELAVO TERMINSKEGA IN OPERATIVNEGA NAČRTA GRADNJE

Izvajalec gradbenih del v nizkogradnji je vedno prisiljen spoštovati vnaprej postavljen rok izvedbe gradbenih del. Izdelava operativnega načrta in terminskega plana del mora upoštevati faktor vremena tako, da predvidi določeno rezervo dni, v katerih izvajanje del ni možno. Število dni se določi za vsako gradbeno sezono posebej v odvisnosti od klimatske karakteristike področja in vremenske prognoze, ki jo posreduje izvajalcu pristojna strokovna služba. Praktično predvidevajo izvajalci gradbenih del max. 20 delovnih dni, ko zaradi vremenskih pogojev izvedba terenskih del ni možna.

Zelo važen faktor je prilagoditev tehnologije gradbenih del vremenskim pogojem kraja, kjer se cesta gradi. Sodobna mehanizacija in tehnologija omogočata vrsto postopkov, ki jih je možno uporabiti v konkretnih situacijah (npr. uporabo apna za stabilizacijo zemljin, specialnih vrst ogljikovodikovih vezi pri izdelavi zgornjega ustroja ceste, če je agregat moker, specialnih strojev za odvod vode z gradbišča in gradbenih jam, porabo strojev za izvajanje del na slabonosilnih tleh, umetne mase, lake ipd. proti premočnemu izsuševanju ali močenju. Gradbena operativa je vselej neposredno vezana na vreme in mora biti za neugodno vreme tudi ustrezno opremljena.

ANALIZA KLIMATSKIH POGOJEV ZA EKSPLOATACIJO CESTE

Vpliv klimatskih in mikroklimatskih pogojev v času eksploatacije ceste na njeno vzdrževanje je izredno velik. Medtem ko redno letno vzdrževanje ceste pogojeta vendarle dva osnovna parametra: promet in vreme, je zimsko vzdrževanje ceste vezano skoraj izključno na vreme.

Analiza ekonomike rednega vzdrževanja cest v odvisnosti od različnih klimatskih pogojev nedvomno presega okvir tega izvajanja, prav gotovo pa bo za ta zbor zanimivih nekaj podatkov o vzdrževanju avtocestnega odseka Vrhnika-Postojna.

Cestni odsek Vrhnika-Postojna je bil dan v promet 29. decembra 1972. Stroški rednega letnega in zimskega vzdrževanja so znašali v letu 1973 5.560.000 din. Za vsa opravljena dela je možno napraviti približni izračun, iz katerega je razvidno:

- da je bilo samo 8% del podjetniško komercialnega značaja, vsa ostala dela pa sodijo v tipično vzdrževanje avtoceste zaradi posrednih in neposrednih posledic vremena.

Od materialnih stroškov vzdrževanja tega cestnega odseka, ki so leta 1973 znašali 3.112.448 din, odpade kar 1.613.117 din ali 51,8% na uporabo soli za posip v času poledice. Porabljen je bilo približno 30 ton soli na 1 km ceste, kar sodi v evropsko povprečje. V ZR Nemčiji so npr. v letu 1965/66 porabili 20,6 ton soli/km, v zimi leta 1969/70 pa kar 50,2 ton soli/km avtoceste.

Teh nekaj skromnih podatkov kaže na izjemne gospodarske posledice, ki jih klima povzroča na nekem cestnem objektu. Pri eksploataciji vsake cestne komunikacije so v bistvu vsa naša prizadevanja usmerjena v iskanje in izvedbo takih ukrepov, ki bi negativne ali celo katastrofalne posledice slabih klimatskih pogojev čim bolj omejili ali povsem paralizirali. Razmišljamo o uvedbi indikatorjev megle, rosenja, poledice, hudega vetra in drugega, kar bi bilo povezano z avtomatskim usmerjanjem cestne signalizacije. Znana so prizadevanja cestne službe v zimskem času, ko je organizirana posebna služba za dajanje informacij o stanju cest. Pomen ozke povezanosti s prognostično službo Hidrometeorološkega zavoda je tu nesporen. Razmišljamo o uvedbi novih tehnoloških postopkov pri gradnji in vzdrževanju cest, o možnosti uporabe novih umetnih materialov pri izgradnji zgornjega ustroja ceste za zaščito pred mrazom ipd. Vse to pa nas znova in znova vrača v izhodiščno točko: načrtovati že v zasnovi ceste tam in tako, da bo vpliv vremena nanje najugodnejši.

LITERATURA

- /1/ Klimatski oris hitrih cest v Sloveniji - Hidrometeorološki zavod SRS (dr. Danilo Furlan) Ljubljana, junija 1969.
- /2/ Navodila za izdelavo študij upravičenosti cest - Svet republiških in pokrajinskih organizacij za ceste, administracija, Ljubljana - Ljubljana, 1974 (zvezek 1 in zvezek 2). Izdelali svetovalci: Dorsch Consult, München, ZR Nemčija s sodelovanjem Louis Berger Inc. East Orange NJ - ZDA.
- /3/ Zimske vremenske razmere na trasi avtoceste na odseku Vrhnika-Hrašče - Inštitut za raziskovanje Krasa SAZU Postojna (dr. France Habe) Postojna, junija 1968.
- /4/ Vremenske razmere na trasi avtoceste Postojna-Razdrto v zimi 1968-1969 - Inštitut za raziskovanje Krasa SAZU Postojna (dr. France Habe) Postojna, julija 1969.
- /5/ Zimske vremenske razmere na trasi avtoceste Razdrto-Senožeče-Divača in Razdrto-Vipava-Ajdovščina - Inštitut za raziskovanje Krasa SAZU Postojna (dr. France Habe) Postojna, junija 1972.
- /6/ Odvodnjevanje cest - Skupnost cestnih podjetij SRS Ljubljana, 1965.
- /7/ Zgornji ustroj cest - Skupnost cestnih podjetij SRS Ljubljana, avgust 1966, oktober 1969 (št. 5 knjig).
- /8/ Cestno omrežje in hitre ceste v SR Sloveniji - načrt razvoja - Cestni sklad SRS Ljubljana, december 1969.
- /8/ Trassierung und gestaltung von Strassen und Autobahnen - Bauverlag GMBH - Wiesbaden und Berlin leto 1971 (Dr. ing. E.H. Hans Lorenz).

M. Borko

Do zdaj so v Sloveniji uporabljali pri projektiranju cest le meteorološke podatke splošne mreže opazovalnic. Te pa so ponavadi več ali manj oddaljene od predvidene trase. Zaradi velike klimatske raznolikosti Slovenije, bi bilo nujno, da se ob predvideni trasi postavi eksperimentalne meteorološke postaje, medtem ko se na določenih mestih, ki so nevarna bodisi zaradi večjih snežnih zemetov, bočnega vetra, in podobnih nevarnosti, izvede sondažne meritve ob določenih vremenskih situacijah. Mislim, da je to edini sodoben način, ki pa ga doslej naše cestno gospodarstvo ni uporabilo. Marsikatera presenečenja, ki jih omenja tov. Marussig v svojem referatu in ki so se pojavila na cesti Vrhnika-Postojna, bi odpadla, če bi pri projektiranju te ceste uporabljali zgoraj omenjeni način poprejšnjih meritev. Tudi signalizacija na tej cesti o bočnem vetru je bila postavljena razmeroma pozno. Proučiti bi morali tudi mikroklimatske spremembe, ki so nastale z izgradnjo hitre avtomobilske ceste in s posegom v prvotno pokrajino.

S. Diklić

V Jugoslaviji bi nujno morali izdati karto letne in mesečne evaporacije (celo v Keniji jo že imajo). Naj navedem nekaj primerov iz študijskega gradiva: Opatija in Crikvenica 1100 mm, Kredarica 442 mm, Zagreb 700 mm. V enem izmed referatov smo slišali nekaj o odvajanju vode z območja cest. Podobne podatke bi morali objaviti tudi za aerodrome in mesta. Direktna merjenja so sicer zaželeni, vendar pa je mnogo hitrejša pot s "sintetičnim" dežjem.

N. Pleško

Zakaj se ljudje v klimatiziranih zgradbah, ki so stalno zaprte, neprijetno počutijo in se pri njih večja število raznih obolenj? Čeprav ni priporočljivo graditi klimatizirane zgradbe, jih pri nas gradimo. Projektanti pa se na meteorologe obračajo z vprašanji o vzrokih takih pojavov.

Z. Petkovšek

Ljudje v klimatiziranih zgradbah v splošnem niso zadovoljni, ker želi vsak nekaj svojega, saj je tudi vsak individuum zase. Vsem hkrati pa ni mogoče ustreči. Klimatske naprave vzdržujejo konstantne pogoje (enaka temperatura, vlaga). Ugotovljeno pa je bilo, da je človeško telo navajeno na spremembe, ki mu dajejo tudi večjo aktivnost. Zato stalno enaki pogoji uspavajo organizem, ki potem slabše deluje in je zato razpoloženje in možnost dela slabše.

V toplem delu leta ljudje v klimatiziranih prostorih s samostojno možnostjo regulacije nastavljajo prenizke temperature (npr. 19°C). Ta temperatura je prvi hip, ko pridejo iz vroče zunanosti prijetna, toda čez čas se prahladijo, kar povzroča pogoste nahode, angine in druga obolenja.

Tov. Marussig je v svojem referatu naštel nekatere podatke, ki so pomembni in jih uporabljajo pri projektiranju in vzdrževanju cest. Zanima me, po čigavem modelu ali kdo je ugotovil, da so prav navedeni podatki najbolj pomembni ali bistveni?

M. Marussig

V začetku smo delali makroštudijo za hitre ceste v Sloveniji in želeli smo dobiti le globalno oceno za posamezna področja (obravnavali smo več variant za posamezne smeri cest). Za Slovenijo, ki je klimatsko tako raznolika, niso dovolj podatki, ki jih Hidrometeorološki zavod zbira z rednimi opazovanji. Pomembna je tudi količina padavin, kdaj te nastopijo, kdaj nastopi zmrzal, do katere globine seže itd. V zadnjem času uporabljamo ameriški model, ki zajema tako tehnične projektantske podatke, kot tudi meteorološke. Predlagam, da se strokovne službe Republiške skupnosti za ceste in Hidrometeorološkega zavoda sestanejo in se dogovorijo o skupnem delu. Izhajati moramo iz posledic. Projektanti naj povedo svoje probleme in na osnovi teh moramo načrtovati prihodnje skupno delo.

B. Kirigin

Poudariti moramo, da višina snežne odeje, ki se meri vsak dan na naših meteoroloških postajah, nima za izdelavo dokumentacije za izgradnjo cestne mreže nobene strokovne osnove kot dokument, ki je potreben za gradnjo ceste in zavarovanje prometa. Pozimi so ceste zaradi čiščenja zelo pogosto suhe, medtem ko je na terenu, kjer merimo skupno višino snega, tega lahko včasih tudi prek 50 cm. Pomemben je torej le podatek o višini novo zapadlega snega.

D. Ivanović

Tov. Diklić je omenil, da nimamo karte evaporacije. V našem projektu "Atlas klime Jugoslavije", je tudi temu problemu namenjena precejšnja pozornost. V Jugoslaviji imamo glede na druge države razmeroma veliko število postaj, ki merijo evaporacijo - zato lahko obljubim, da bodo naše karte verjetno precej boljše od marsikaterih iz drugih držav.

Problem prognoze maksimalnih količin padavin je tudi drugod po svetu izredno težak. Nemogoče je predvideti maksimalne padavine, ne da bi upoštevali lokalne razmere.

S. Diklić

Tu kritiziramo projektante, a podatke zbiramo le za dokončne obdelave in jih prej ne nudimo porabnikom. Nujno je ponuditi podatke tudi v obliki pripravljene materiala.

Ž. Cindrić

Pri projektiranju in vzdrževanju cest bi nujno morali poznati tudi pedoklimo (temperaturni režim tal, režim vlage in vode v tleh...). Pri tem moramo upo-

števat vse karakteristike ceste, tako na njeni površini kakor tudi v njenih temeljih.

D. Furlan

Kritika, da klimatološka služba ne nudi vseh podatkov, ki jih projektanti potrebujejo, je deloma upravičena. Vendar so ti podatki tako specialni (npr. za projektiranje cest), da ne sodijo v program redne službe. Na vsak način pa smo tudi tu že nekaj naredili in smo pripravljene vedno ustreči željam projektantov.

M. Borko

Od hidrometeorološke službe projektanti ali investitorji zahtevajo sprva le orientacijske podatke za predhodne analize, češ da bodo pozneje naročili podrobnejše obdelave. Vemo pa, da to, le orientacijsko dokumentacijo, uporabijo potem pri glavnem projektu.

Janko PRISTOV

Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, Ljubljana

POVZETEK

Meteorologija lahko pomaga elektrogospodarstvu na več načinov, ki pa v dose-
danjem razdobju niso bili koriščeni ali vsaj ne v zadostni meri.

Potrošnja električne energije močno zavisi od meteoroloških elementov in bi bi-
lo zato možno nekoliko natančneje planirati potrošnjo električne energije z ozi-
rom na vremenske napovedi, ki pa bi morale vsebovati prav elemente, ki so
za elektrogospodarstvo pomembni.

Ne samo potrošnja temveč tudi proizvodnja električne energije zavisi, čeprav
v manjši meri, od meteoroloških elementov. To se pozna pri hidrocentralah,
in sicer vplivajo predvsem padavine in temperatura. S prognozo padavin ali
močnejših odjug, bi se verjetno dalo še nekoliko smotrnejše izkoristiti vodno e-
nergijo. Za projektiranje prenosnega omrežja so meteorološki podatki izredno
pomembni in bi se dalo prihraniti znatna finačna sredstva, če bi imeli za ce-
lotno področje, kjer se planirajo daljnovodi, podatke o močnih vetrovih.

Drug element, ki je prav tako zelo pomemben, je obloga ledu na električnih
vodih. Obloga se pojavlja samo pri določenih vremenskih razmerah. Na izpo-
stavljenih legah je ta pojav zelo pogost in ga je pri projektiranju daljnovodov
treba upoštevati.

* * *

Elektrogospodarstvo je gospodarska panoga, ki se ukvarja z proizvodnjo, pre-
nosom in porabo električne energije.

V našem primeru ločimo električno energijo v dva dela; prvi del je neodvisen
od vremena in časa, to je energija, ki jo rabijo obrati težke industrije, kot
so: Kidričevo, Ruše, Štore, Ravne in Jesenice. Drugi del električne energije
je izpostavljen časovnim nihanjem. Vzroki za takšna nihanja pri različnih po-
ravnih pa so človeške navade in meteorološki elementi. Te zadnje lahko lo-
čimo v klimatske elemente in v elemente, ki so neposredno odvisni od trenut-
nega vremena.

Človeške navade in klimatski elementi so odvisni od položaja "Zemlja-Sonce",
to je od letnih časov ter dolžine dneva in noči. Tem nihanjem porabe elek-
trične energije zaradi letnih časov pa lahko dodamo še nihanja, ki so neposred-
no odvisna od vremenskih dogajanj in spremene enoličen podatek meteoroloških
elementov.

Kromrey /1/ je leta 1954 podal naslednje meteorološke elemente, ki vplivajo neposredno na elektrogospodarstvo in so: temperatura zraka, veter, oblačnost, zračna vlaga, padavine, motnost ozračja, megla in električna dogajanja v atmosferi.

Nas zanima, kateri so tisti meteorološki elementi, ki v naših razmerah največ vplivajo na proizvodnjo in porabo električne energije, in če je mogoče s temi elementi ali s prognozo teh elementov neposredno koristiti elektrogospodarstvu.

Za prvi primer vzemimo planiranje in proizvodnjo električne energije. Pri planiranju bi lahko meteorološke prognoze pomagale na več načinov, odvisno od tega, ali je to planiranje dnevno, tedensko, mesečno ali za celo leto. Pri vsakem takšnem planiranju lahko pomaga meteorologija na drug način in z drugimi meteorološkimi elementi.

Razmeroma podrobne prognoze posameznih meteoroloških elementov so možne za časovno razdobje do 24 ali do 36 ur. Za to razdobje bi bilo pod določenimi pogoji možno prognozirati temperaturo, meglo in oblačnost ali posredno svetlost in v grobem padavine, nevihte in veter.

Od teh meteoroloških elementov je še najlažje prognozirati temperaturo v razponu, ki je za elektrogospodarstvo pomembna, vendar smo mnenja, da je za temperaturo važnejša srednjeročna prognoza, to je nekajdnevna, ki je za ta element možna.

Za dnevno prognozo se nam zdi, da bi bilo nujno potrebno upoštevati svetlost dneva, ki jo je možno prognozirati z drugimi meteorološkimi elementi, kot so: vrsta in količina oblačnosti, megla in padavine. Izdelane so že takšne študije /2/ in bi jih bilo potrebno prilagoditi za naše razmere. Mnenja smo, da prav ta element ali povezava svetlosti s temperaturo vpliva na porabo električne energije in da je to treba upoštevati pri dnevnom planiranju.

Za primer si oglejmo krivulje obremenitve ali konzuma, kot jih navaja dispečarska služba Poslovnega združenja energetike SRS. Če primerjamo krivulje konzuma poletnega in zimskega dne ob izključitvi direktnih odjemalcev v industriji, pri katerih porabi ni odvisna od meteoroloških elementov (slika 1), zapazimo, da je poletni znatno manjša obremenitev kot pozimi. Maksimum obremenitve je poletni med 20. in 21. uro. Poleg nočnega razdobja je tudi obsežno popoldansko razdobje manjše obremenitve, in to med 14. in 19. uro.

Drugo sliko nam poda zimska konzumna krivulja. Ta je znatno višja in ima glavni maksimum med 19. in 20. uro, vendar je visoka obremenitev že od 17. ure naprej, in to znatno višja kot v opoldanskem času. Zaradi visoke obremenitve v jutranjih urah, ko je sekundarni maksimum med 7. in 8. uro, odpade maksimum v opoldanskem času. Ta prikaz poletne in zimske obremenitve nam pokaže vpliv temperature in svetlosti. Vsekakor to še nima povezave z dnevno prognozo, temveč je samo prikaz obremenitve v ekstremno različnih letnih pogojih.

Za prikaz uporabnosti dnevne prognoze oblačnosti ali posredno svetlosti dneva, si oglejmo konzumne krivulje dveh dni (Slika 2), med katerima ni veliko črnov ne razlike in se različna dolžina dneva še ne pozna. Prvi dan je bil oblačen in celo nekoliko deževen, drugi pa jasen s kratkotrajno jutranjo meglo po kotlinah. Da bi prikazali vpliv svetlosti dneva na porabo električne energije, smo izbrali primer, ko je bila poprečna dnevna temperatura pri oblačnem vremenu kar za 6,5°C višja kot pri jasnem dnevu. Glede na to bi bila zaradi temperaturnih razmer kvečjemu večja poraba električne energije pri jasnem kot pri oblačnem dnevu.

Konzumna krivulja pokaže nekoliko večjo obremenitev v nočnem času pri jasnem, kot pri oblačnem vremenu, žez dan pa je to prav obratno. Dokler je svetlo, je konzumna krivulja pri jasnem vremenu tudi do 40 MW nižja, kot pri popolnoma oblačnem vremenu v poznojesenskem času, ko tudi čez dan gorijo luči. Tako veliko razliko obremenitve pri različnem tipu vremena pa je že koristno upoštevati pri dnevnom planiranju, ko v zimskem času velikokrat vse elektrarne na Savi in Soči ne proizvedejo toliko moči.

V tem primeru smo vzeli dva ekstremna primera, zanima pa nas tudi to, kakšna je razlika med oblačnim in poloblačnim vremenom (Slika 3). Tudi tu smo dobili ugodne rezultate. Zmanjšana obremenitev pri poloblačnem vremenu, v primerjavi z oblačnim vremenom, je od jutra do večera, največja razlika pa je pozno popoldne, ko se je že popolnoma zjasnilo.

Enodnevne prognoze padavin bi verjetno lahko koristno uporabile manjše hidrocentrale, ki so na Savi in še predvsem elektrarne na Soči. V mišlih imamo elektrarno Dobljar na Soči, ki mora ob visoki vodi celo prenehati z obratovanjem. Res je, da tudi sami uporabljajo pravilo, da čim prične deževati v Posočju, začno močnejše prazniti akumulacijo. Mnenja smo, da je to vsekakor zelo koristno, toda to praznjenje bi bilo še uspešnejše, če bi lahko praznili akumulacijo že dan prej, to je ob napovedi padavin. Če bi bile te prognoze zanesljive, kar je za močnejše padavine možno realizirati, in bi pri obratovanju elektrarne to upoštevali, bi po našem mnenju elektrarna lahko obratovala še ekonomičneje, kajti prekinitev zaradi visokih voda bi bilo manj.

Pomembnejše kot enodnevne vremenske prognoze bi bile za proizvodnjo električne energije večdnevne, oziroma boljše povedano tedenake ali 10 dnevne vremenske napovedi. Priznati moramo, da so tedenske vremenske napovedi še zelo nezanesljive in jih je zato nemogoče uspešno uporabljati. Te prognoze namreč še temeljijo na analogijah, ki pa niso dale dobrih rezultatov.

Pomembnosti srednjeročnih prognoz se zaveda celotno gospodarstvo in ne samo elektrogospodarstvo. Prav zaradi tega so zahodnoevropske države, kamor se je v tem primeru priključila tudi Jugoslavija, ustanovili center za srednjeročne napovedi, ki je v Angliji. Vse članice ga skupno financirajo in bodo zato imele na voljo tudi celotno prognostično gradivo, iz česar bo lahko vsaka država zase izdelala srednjeročne prognoze vremena. Prvi rezultati bodo verjetno uporabni čez štiri do pet let.

Mnenja smo, da elektrogospodarstvu ni potrebno čakati pet let, da bi prišli do srednjeročnih prognoz, temveč bi lahko že zdaj koristili izgleda vremena, ki jih daje Hidrometeorološki zavod SRS. Ti izgledi vremena res niso natančni za razdobje celega tedna, temveč samo za nekaj dni, odvisno je od vremenske situacije. Hidrometeorološki zavod sprejema namreč prognostične karte 500 mb ploskve od različnih evropskih centrov za razdobje 24, 48 in 72 ur vnaprej, ter od ameriškega prognostičnega centra za 96 in celo 132 ur. To nam poda samo splošno cirkulacijo, vendar je tudi na osnovi teh kart mogoče izdelati kar zadovoljive izgleda vremena. Priznati pa moramo, da v primeru napačnih prognostičnih kart tudi napovedi niso v redu.

Naše analize so pokazale, da so 24 in 48 urne prognostične karte zelo uporabne, 72 urne prognostične karte so že nekoliko manj, dočim 96 in 132 urnih prognostičnih kart do zdaj še nismo uporabili za javnost, temveč jih obravnavamo pri vsakodnevni konzultaciji o vremenu. Te 4 do 5 dnevne izgleda vremena bi v bližnji prihodnosti lahko uporabili le za stalne interesente, ki so vsakodnevno povezani z našo meteorološko službo in jim spremembe razvoja vremena lahko spriti javljamo. Med takšne interesente naj bi v prihodnje spadalo tudi slovensko elektrogospodarstvo.

Za dolgoročnejše planiranje v elektrogospodarstvu, to je za mesečno, četrletno in letno planiranje pridejo v poštev predvsem statistične vrednosti, ki pomenijo le zelo grobo orientacijo, kajti od leta do leta je vreme zelo različno.

Za zelo grobo oceno o spomladanskih pretokih nam lahko služi tudi poznavanje snežnih razmer v gorskem svetu, za kar imamo na voljo že nekaj podatkov, vsekakor pa bi se z razmeroma majhnimi finančnimi sredstvi dali znatno izpolniti.

Drugo nič manj važno področje možnega sodelovanja med meteorologijo in elektrogospodarstvom kot sta planiranje in proizvodnja električne energije, je projektiranje daljnovodov in mogoče celo pri prenosu električne energije.

Za projektiranje daljnovodov je potrebno upoštevati poleg drugih elementov tudi hitrosti vetrov, ki se pojavljajo na posameznih odsekih trase. Za veter dajemo v Sloveniji zelo grobo oceno, ker nimamo podatkov o maksimalnih vetrovih za različna področja Slovenije. Rešitev za pridobivanje potrebnih podatkov o vetru je planiranje možnih tras za daljše razdobje vnaprej in da se v ta namen prične na posameznih mestih z rednimi meritvami vetra. V primeru, ko so močni vetrovi, naj bi izvajali tudi maršrutne meritve. S primerjavo obeh vrst podatkov, bi bilo mogoče v razmeroma kratkem času, to je v nekaj letih, dobiti znatno boljše podatke, kot jih imamo do zdaj.

Podobno kot z vetrom je tudi s podatki o snežnih in ledenih oblogah na žicah. Tudi ti podatki so za projektanta nujno potrebni, vendar do zdaj lahko damo le zelo grobo oceno.

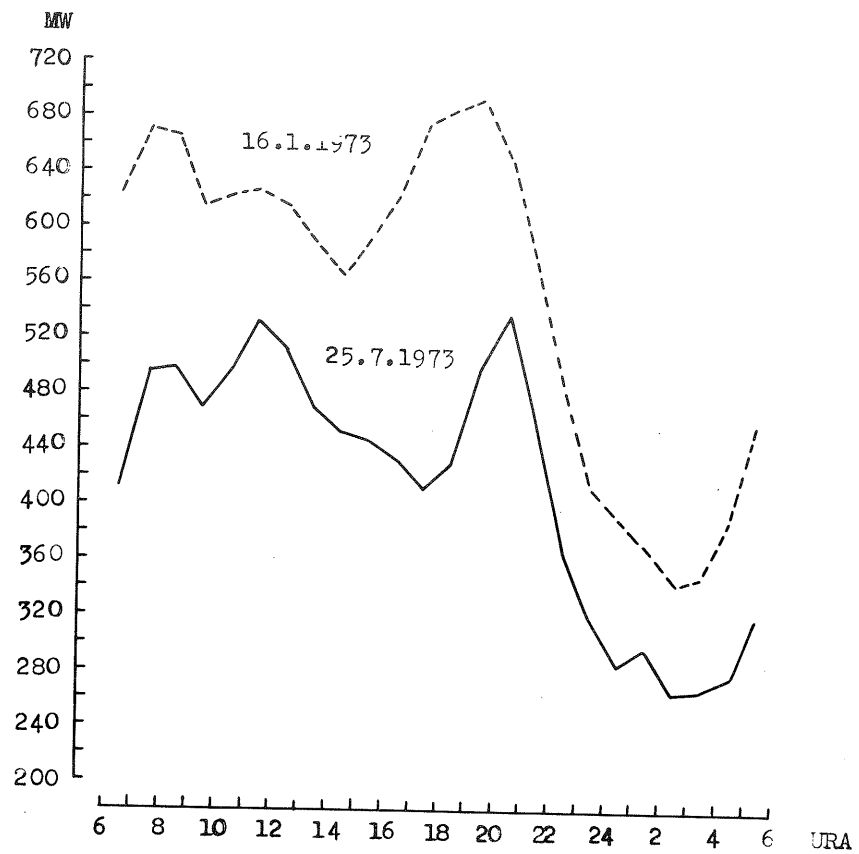
V primeru zanesljivih podatkov o vetru in snežnih ter ledenih oblogah bi se lahko znatno smotrneje projektiralo ali dimenzioniralo daljnovode in bi v tem primeru skupnosti lahko prihranila velika finančna sredstva.

Zanima nas tudi, kako je z možnostjo povečane obremenitve daljnovodov glede na veter in temperaturo. V tem primeru pridejo v poštev dejanski podatki ali napoved za razmeroma kratka časovna razdobja. Ta dva elementa je možno nuditi na ta način, da bi za posamezne daljnovode podali najneugodnejše podatke, ki pridejo v poštev za določeno časovno razdobje, to je najvišjo temperaturo in najmanjši veter. Mogoče bi tudi ti podatki koristili elektrogospodarstvu v izjemnih situacijah, ko je treba daljnovode maksimalno možno obremeniti.

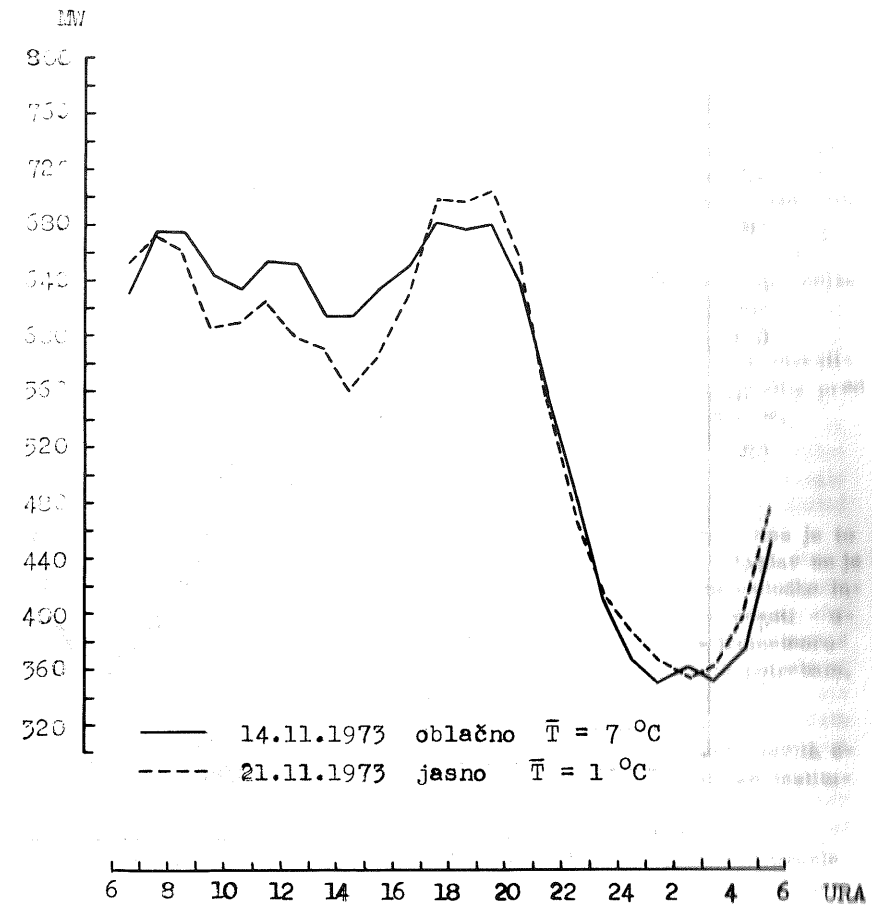
Ostane še odpro vprašanje o pomoči meteorologije pri projektiranju novih elektrarn. Te lahko ločimo v hidroelektrarne, za katere so važne padavine in vodni pretoki, in termo- ter atomske elektrarne, pri katerih je potrebno skrbeti za čim manjšo onesnaženost okolja in čim manjšo spremembo nekaterih klimatskih elementov. O tem so že ali pa še bodo poročali drugi referenti.

LITERATURA

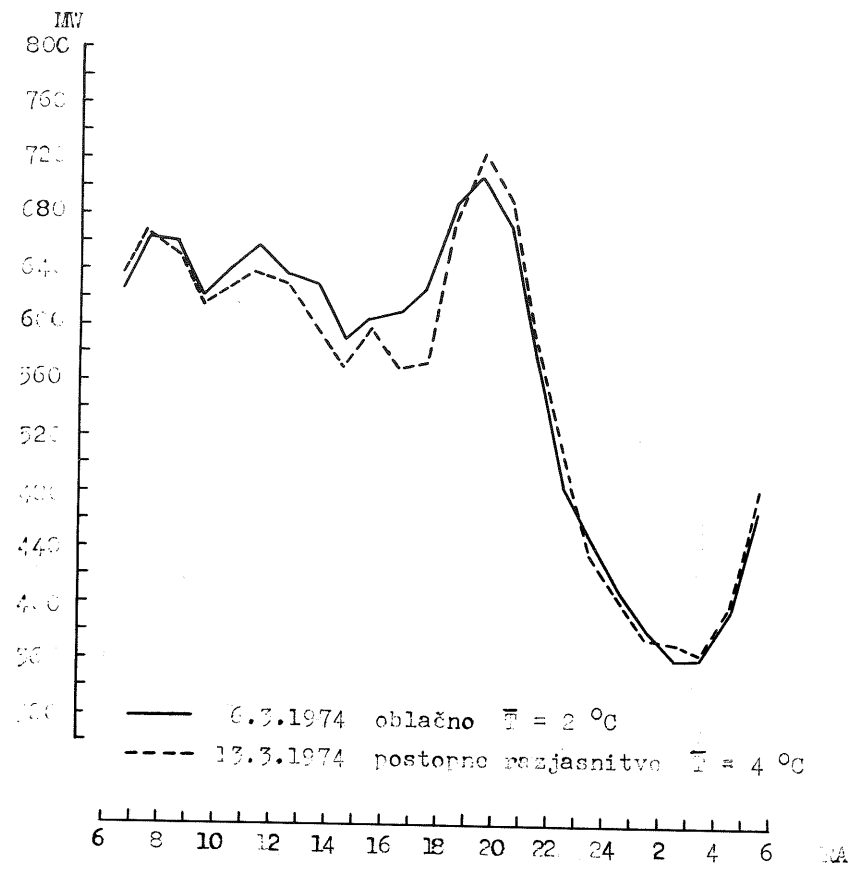
- /1/ Kromrey M.: Einfluss des Wetters auf die elektrische Energieversorgung im Januar und Februar 1961. Institut für Energetik, Festschrift zum zehnjährigen Bestehen. Leipzig 1963.
- /2/ Langner A. und Schönermark E.: Der Einfluss meteorologischer Elemente auf die Elektroenergieversorgung und Untersuchungsergebnisse zur Vorhersage der Tageshelligkeit. Industriemeteorologie, Karl-Marx-Universität Leipzig 1969.



Slika 1 - Konzum Slovenije (brez direktnih odjemalcev)



Slika 2 - Konzum Slovenije (brez direktnih odjemalcev)



Slika 3 - Konzum Slovenije (brez direktnih odjemalcev)

Milan VIDMAR
IB Elektroprojekt, Ljubljana

POVZETEK

Hidrometeorološki pogoji odločilno vplivajo na izbiro lokacije in projektiranje energetskih objektov, pri čemer se ti vplivi direktno odražajo na višini investicije in obratovalnih stroških, indirektno pa tudi v ceni proizvedene energije. Da bi lahko projektanti kvalitetno opravili svoje delo, nujno potrebujejo poleg osnovnih hidrometeoroloških podatkov za določen časovni presek kompletne in urejene podatke za daljša časovna razdobja, največkrat tudi za serijo let. Zato bi bilo potrebno na potencialnih lokacijah energetskih objektov opravljati čim kompletnejše hidrometeorološke meritve že nekaj let pred pričetkom njihove izgradnje.

S tem bi bilo projektantom omogočeno dati optimalne rešitve tako glede investicij kakor tudi obratovalnih stroškov, definirano pa je bilo tudi stanje okolja pred in po izgradnji energetskega objekta in v zvezi s tem nastale spremembe.

* * *

Od meteorološke službe smo nekoč pričakovali le podatke o vremenu. Res je to še danes izredno pomembna dejavnost hidrometeoroloških institucij, vendar se je področje dejavnosti teh služb izredno močno razširilo. Za hidrometeorološke informacije so se pričeli zanimati še do pred kratkega nepoznani interesenti - uporabniki, ki ne želijo le podatke zbrane po ključu, ki ga določi hidrometeorolog, temveč sistematično urejene podatke, ki so prilagojeni njegovim potrebam. Mednje sodi tudi projektiva.

Da ne bi zašel predaleč, se bom omejil na problematiko projektiranja večjih energetskih objektov in na pomoč, katero lahko nudijo hidrometeorološke institucije projektivi.

Hidrometeorološki podatki so silno pomembni za izbiro lokacij in projektiranje energetskih objektov, pri čemer se ti direktno odražajo v višini investicij, pogonskih stroških, indirektno pa tudi v ceni energije, ki jo plača porabnik, in posebej še v prispevku projektiranega energetskega objekta k poslabšanju okolja. Za kvalitetno presojo in oceno lokacij pa ne zadostujejo neurejeni časovni preseki določenih razdobj, temveč so za to potrebne sistematsko urejene serije podatkov za daljša časovna razdobja tudi več deset let.

Tu ne gre samo za zbiranje podatkov, temveč tudi za urejanje po naprej določenem ključu, katerega najbolje pozna projektant energetskega objekta.

Meritve in sistematika urejanja in zbiranja podatkov je podobna za skoraj vse energetske objekte, vendar ima vsak svoje značilnosti, to pa zahteva, če že ne posebnih načinov merjenja, pa vsaj poseben način obdelave podatkov.

Urejanje takšnih podatkov mora biti opravljeno s pomočjo računalnika, sicer je to prezamuden posel. Ključ, po katerem naj se urejajo podatki, pa določita projektant in hidrometeorolog skupaj.

Posledica projektiranja, kadar ni bilo na razpolago ustreznih hidrometeoroloških podatkov, je vsem poznan primer trboveljske termoelektrarne, za katero je bila izbrana izredno neugodna lokacija, pri tem pa je bila narejena še druga napaka: izbran je bil mnogo prenizek dimnik.

Danes so posledice očitne in skupnost bo morala plačati ogromna sredstva za sanacijo tega problema.

Pomanjkanje ustreznih, urejenih hidrometeoroloških podatkov je čutiti pri projektiranju slehernega energetskega objekta.

Upam si trditi, da v Sloveniji do danes še ni bil projektiran energetski objekt, za katerega bi bili v fazi projektiranja na razpolago vsi potrebni hidrometeorološki podatki za konkretno lokacijo in da ne bi bilo potrebno zatekati se k improvizacijam oziroma k aplikacijam podatkov bolj ali manj oddaljenih hidrometeoroloških postaj.

Glede na to, da je poznana potreba po izgradnji energetskih objektov že več let vnaprej in da so poznane potencialne lokacije, bi bilo umestno in potrebno na teh mestih opraviti čim kompletnejše hidrometeorološke meritve. (Oziroma tiste, katere skupno določita projektant in hidrometeorolog.) To pomeni, da bi bilo potrebno v že obstoječih opazovalnih postajah, ki so v neposredni bližini potencialnih lokacij, organizirati ustrezna opazovanja in meritve, ali na lokacijah, ki so dislocirane od opazovalnih postaj, organizirati nove hidrometeorološke opazovalnice s predpisanim programom opazovanj in meritev.

Tako zbrani in urejeni podatki bi omogočili projektantu izbrati najprimernejšo lokacijo in za energetski objekt dati optimalne rešitve.

V takšni situaciji projektanti v času projektiranja energetskih objektov ne bi bili v zadregi za podatke in se ne bi posluževali ocenjevanja in aplikacije podatkov, ki niso bili zbrani na konkretnih lokacijah in za te namene. To bi vsekakor pripomoglo k kvalitetnejšemu projektiranju in odpadla bi marsikatera zamuda pri oddaji projektov.

Vselej pa se stvar zatakne v trenutku, ko se načne vprašanje financiranja tako razširjene dejavnosti hidrometeoroloških služb.

DISKUSIJA

S. Diklić

Meteorologi morajo dati v javnost tudi podatke o maksimalnih možnih padavinah, da bi lahko projektanti temu primerno projektirali objekte. S tem bi lahko prihranili znatna sredstva, ko bi odpadla gradnja močno predimenzioniranih objektov.

G. Hrabak-Tumpa

Rada bi odgovorila tov. Dikliću, da so podatki o maksimalnih možnih padavinah vedno na voljo. In ne samo to, meteorologi smo se pričeli ukvarjati celo z umetnim vplivom za povečanje padavin na sušnih področjih (Lika).

J. Pristov

Moramo omeniti, da smo meteorologi pred dobrimi desetimi leti sodelovali z elektrogospodarstvom, vendar je to sodelovanje takrat tudi zamrlo. Zakaj? Pri planiranju proizvodnje električne energije je problem v tem, ker prognoze niso stoodstotne. Če dispečar električne energije le enkrat sprazni akumulacijski bazen, prognoziranih padavin pa potem ni, so vsa dotedanja praznenja bazena pred padavinami in prihranki s tem v zvezi za porabnike nepomembna. V poprečju bi gospodarstvo lahko imelo velike koristi, vendar, žal, vidijo ljudje iz gospodarstva le naše neuspehe, na koristi pa prehitro pozabijo.

Danilo FURLAN

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

POVZETEK

Meteorološki del vodnogospodarskih osnov nudi slovenska meteorologija vodnemu gospodarstvu že vrsto let. Za vodno bilanco so bile uporabljene predvsem celoletne višine padavin, v manjši meri specifičnosti snežnih padavin in predvsem snežne odeje, dalje dokumentacija o vlagi, vetru, temperaturi in osončenju. Nova hidrologija uporablja dosedanje meteorološko dokumentacijo le kot dopolnilo. Na mesto dolgoletne vodne bilance je stopila bilanca maksimalnih vodnih valov. Za obladovanje le-teh pa so osnovni podatek nalivi, predvsem njihova maksimalna možna intenzivnost v ustreznem časovnem razponu. Isti podatki so izhodišče tudi za delo hudourničarjev, za projektante mestnih kanalizacij, akumulacij in drugega.

Na simpoziju naj hidrologi objasnijo zeleno vsebino nove dokumentacije v meteorološkem delu vodnogospodarskih osnov.

* * *

V humidnem pasu, v katerem leži tudi Slovenija, vode do nedavnega nismo šteli med gospodarske dobrine, saj nam je je narava dala v neomejenih količinah. V zadnjih decenijah pa je nastala sprememba. Voda ni le v veliki meri že močno onesnažena, ampak je začenja že primanjkovati. To velja tako za pitno, kot tudi za tehnološko in hladilno vodo.

S tem, da postaja voda vse bolj iskana, postaja tudi vse bolj očitno, da je treba z razpoložljivimi zalogami pametno gospodariti. To dolžnost opravlja vodno gospodarstvo. Čim bolj škrtata je narava z vodo, toliko višjo stopnjo je doseglo vodno gospodarstvo, ali pa je dežela zaostala v splošnem napredku, morda tudi propadla. Vodno gospodarstvo torej ni izum zadnjih desetletij. Kjer je bila situacija kritična, so ga poznali že v starem veku. In kako je v Sloveniji? Kamor pogledamo, voda! Potoki, reke, jezera, močvirja, barja. In končno še morje. Če pri tem še upoštevamo, da so tudi v svetovnem merilu redke dežele, ki prejmejo toliko padavin, kot jih je pri nas - celo najbolj suho področje jih prejme na leto še krepko prek 700 mm, in kar je posebno važno, padavine so enakomerno razporejene na vse leto, potem je slika kompletna: Srečna Slovenija!

No, tako sončno pa le ni! Kar ena tretjina Slovenije pripada krasu in ji zato površinskih voda manjka, s tem pa tudi uporabne vode. In dalje! Zaradi apnenih tal so že tako in tako redke visoke planote brez površinskih vodotokov in zato nimamo pogojev za zadostno proizvodnjo električne energije. In končno, tudi kjer

imamo normalna, več ali manj neprepustna tla, je teren tako strm, da se je na majhnih platojih in terasah utegnil ustaliti le človek, velike vode pa oddivjajo v dolino, hitro in praviloma kot hudourniki in puščajo za seboj opustošenje na vsej poti v dolino; na poti ogolela pobočja in korita, na cilju v dolini pa zaprodene njive in uničene komunikacije.

Padavin in zato tudi vode je mnogo, zaradi specifičnih reliefnih in petrografskih razmer pa že mestoma trpimo zaradi pomanjkanja, ki se bo z nadaljnjim splošnim napredkom še povečalo. Zaradi vsega naštetega, Slovenija le ni "obljubljena dežela", gotovo pa je bogata njiva za delo vodnega gospodarstva. In kakšno je mesto meteorologije pri obdelavi te "bogate" njive?

Trenutno še nezavidno, nepomembno. Obeta pa se v prihodnosti!

Za umno gospodarjenje moramo poznati količine zalog in njihovo spremenljivost v času in prostoru. Ustrezno dokumentacijo si je vodno gospodarstvo dobivalo prek hidrologije. Meteorološka dokumentacija je bila sicer zahtevana, uporabljena pa le izjemoma.

Pred leti se je zaradi začetega sistematičnega ugotavljanja vodnih zalog začelo izdelovati vodni kataster. K vodnogospodarskim osnovam je meteorologija prispevala: dolgoletne poprečne višine padavin po mesecih in na leto, pogostost dni z določenimi pragovi, podatke o snegu in sneženju ter višini in trajanju snežne odeje, o nalivih in njihovih povratnih dobah. Podobno so bili obdelani tudi drugi meteorološki elementi.

Na pogled je to dovolj izbrana dokumentacija, v resnici pa je, z izjemo podatkov o nalivih, ki jih na široko uporabljajo za ustrezno dimenzioniranje mestnih kanalizacij, še neizdelana. Za potrditev gorajega zaključka je potrebnih nekaj besed o hidrološki dokumentaciji.

Osnovni hidrološki instrument je vodno krilo. Poleg točnosti instrumenta samega je sporna, in to še v večji meri, tudi možnost za točno izvajanje meritev. Obe nepopolnosti imata praviloma isti predznak, primanjkljaj, ki ga niti količinsko niti časovno ni mogoče pravočasno opredeliti, in je zato tudi uporaba koeficientov brez osnove.

Kvaliteta hidrološke dokumentacije je odvisna tudi od težkih razmer v specialnem vodnem režimu naših vodotokov. Saj imamo v glavnem hudournike, z naglim spreminjanjem vodnega stanja in torej pretokov. Tudi če imamo več vmesnih opazovanj, ostaja natančna rekonstrukcija vodnega vala in s tem tudi velikost pretoka, le želja, ki je le v izjemnih primerih uresničljiva.

Tudi širša uporaba limnigrafov ne prinaša tiste izboljšave, ki je bila pričakovana. Korita nimajo konstantnega profila, izjeme so redke in bi zato morali opravljati snemanja po vsakih izdatnejših padavinah, kar pa je praktično neizvedljivo.

Za hudourniška področja klasična hidrološka dokumentacija tudi ob najidealnejših strokovnih kadrih ne more doseči zadovoljive stopnje in prav zato je bila v vodnotospodarske osnove vključena tudi relativno obsežna meteorološka dokumentacija, ki naj bi podprla hidrološko. Glavni element hidrološke dokumentacije so različni pretoki in njihove povratne dobe, služila pa je zlasti za izkoriščanje energetskih potencialov, dalje za melioracijska in druga vodogradbena dela iz sklopa dejavnosti vodnega gospodarstva.

Gospodarstveniku in zlasti njegovi desni roki, projektantu vodnih objektov, hidrološka dokumentacija torej ne predstavlja trdne osnove, gola meteorološka dokumentacija tudi ni bistveno olajšala dela. Kroženje vode predstavlja zaključen sistem, v katerem je mnogo neznank, glavni neznanki pa sta osnovna elementa - padavine in pretoki. Takšna ocena za velika porečja ne drži povsem, za Slovenijo pa nikakor ni preostra, črnogleda in neupravičena. Za hudourniška področja in svet, nad katerim se križajo zelo različni padavinski režimi, gorski sistemi pa rušijo zakonitosti v padavinskem procesu, je samo taka ocena objektivna!

Da pa bi meteorološka dokumentacija vendarle pomenila projektantu in gospodarstveniku oporo, bi jo moral interpretirati meteorolog skupno s hidrologom, kar se doslej ni dogajalo. Delo bi moralo biti timsko. Le v takem sistemu dela je mogoče neprestano usklajevanje podatkov, kar edino omogoča, da se oboja dokumentacija približa dejanskemu stanju v naravi. Tako pa je oboje le torzo, nedokončano delo, in posledica je znana, saj ostajajo v uporabi tudi 100 let stare empirične formule, hidrološka in meteorološka dokumentacija pa sta kvečjemu orientacija, neredko pa le nujen okras.

In v takšni situaciji je zatekel obe disciplini novi čas.

Nekdanjo situacijo, ko je bil vsaj tisti del Slovenije, ki ima normalni vodni odtok, dobro preskrbljen z vodo, je zamenjala nova situacija: smo pred vodno krizo. Pomanjkanje vode trka na vrata vse Slovenije in to kljub zadostnim padavinam. Prav to, dovolj padavin, pa vliva pogum in vero v pozitivno rešitev problema.

Izhod predstavljajo akumulacije.

Prestreči je treba visoke vode, preprečiti jim, da bi zapuščale Slovenijo neizkoriščene; zadržati jih je treba čim več in na čim večjih absolutnih višinah, to pa pomeni, v povirnih območjih. Prav za ta svet pa imamo najmanj ustrezne hidrološke dokumentacije. V glavnem meritev sploh ni bilo, kolikor pa so bile, so še celo obremenjene s poprej naštetimi hibami. In kar je bistveno: tisto, kar rabi danes, v novi situaciji, projektant vodnih objektov, predvsem so to dolinske pregrade, je daleč od klasične hidrološke dokumentacije. Potrebni so namreč: maksimalni možni pretoki, maksimalni opazovani pretoki, velikost pretokov s povratno dobo 100, 500 ali 1000 let, poprečna oblika hidrograma velike vode in njeno trajanje.

Gospodarstvenik in projektant, ki se zavedata, da resnične dokumentacije ni, stojita pred dilemo: ali na hitro organizirati hidrološka opazovanja s tveganimi rezultati, ali pa se opreti na meteorološka opazovanja, ki trajajo že lepo vrsto decenijev, deloma tudi prek 100 let.

V zadnjih letih je vendar tudi pri gospodarstvenikih in projektantih vodnih objektov, vsaj pri naprednejših, zmagalo prepričanje, da brez meteorološke dokumentacije ni osnov za odgovorno projektiranje dolinskih pregrad. Najboljši dokaz za prelom z dosedanjim delom je organiziranje raziskovalnih poligonov. Doslej sta organizirana dva: v severovzhodni Sloveniji, prvi na zgornji Pesnici in na Ščavnici, drugi pa na zgornji Dravinji. Podoben, čeprav manjši, poligon je planiran na gornji Gradaščici, četrti pa bo po vsej verjetnosti na področju Krke.

Organizatorji raziskovalnih poligonov želijo dobiti z njimi čim podrobnejšo sliko o količinski odvisnosti pretokov od padavin. Rezultati, dobljeni na raziskovalnih področjih, služijo potem za osnovo za ekstrapolacije na porečjih, kjer so bile opazovane le padavine, hidrološke dokumentacije pa ni.

Kakšno je delo meteorologa v pripravah sodobne hidrološke dokumentacije na hudoourniških področjih?

To delo je razdeljeno v 4 faze, potem ko je meteorolog že sodeloval pri organizaciji raziskovalnega poligona, specialno pri organizaciji nove mreže ombrometrov in ombrografov.

V prvi fazi deluje meteorolog le v okviru meteorološke službe. Iz analiz dosedanjih opazovanj o padavinah mora, vsaj za postaje z večletnimi registracijami, ugotoviti povratne dobe nalivov različne intenzitete in različnih časovnih razponov. Oceniti mora možni absolutni maksimum padavin in ustvariti jasno sliko o karakteristikah izrazitih padavinskih primerov: o višini padavin, o njihovi prostorski in časovni razporeditvi.

V drugi fazi delata meteorolog in hidrolog skupno. Ugotoviti morata odvisnost glavnih karakteristik vodnega vala od višine in razporeditve padavin. Analiza se opira na registracije izrazitih padavinskih primerov in ustreznih registracij vodnih valov. Izhodišče so torej sočasne registracije na študijskih poligonih, ki imajo, zaradi zahtevane maksimalne natančnosti podatkov o višini padavin, izjemno gosto mrežo autografov.

Tretjo fazo spet opravlja meteorolog. Poiskati mora korelacijo med dnevnimi vrednostmi padavin in vrednostmi standardnih časovnih razponov, vključenih v izrazite padavinske primere. To je prvi korak! V naslednjem koraku pa je treba iz regresijskih zveznic izkoristiti dosedanja opazovanja in registracije padavin: opazovanja trajajo mestoma že prek 100 let, registracije pa prek 20 let, v Ljubljani celo prek 40 let. Iz regresijskih zveznic, ugotovljenih za področja poligonov, je treba izračunati iskane podatke o kritičnih padavinskih primerih za področja, kjer registracij sploh ni bilo, so pa (ta področja) po padavinskem režimu podobna področju raziskovalnega poligona.

Četrta faza dela je spet teamska, vodi jo projektant, sodelujeta pa hidrolog in meteorolog. Na osnovi podatkov, dobljenih z ekstrapolacijo, o padavinah kritične stopnje in ustreznih pretokov, ocenjujejo skupno, vsi trije, sprejemljivost izračunane dokumentacije, na kateri naj temelji pravilno dimenzioniranje pregrade.

Metoda, kot izhodišče za planiranje dela, je enotin hidrogram. Izračunane najvišje možne padavine različnih časovnih razponov, torej meteorološka dokumentacija, s povratno dobo tudi 1000 let, bodo na osnovi prijemov, preizkušenih na velikih poligonih bogatejših držav, "prevedene" v hidrološko dokumentacijo, v pretoke, pripravljene za direktno uporabo projektantu.

Pot ni kratka in tudi lahka ni. Je pa privlačna, ker je odgovorna.

Vsa dosedanja izvajanja so obravnavala meteorološko dokumentacijo, potrebno za reševanje pred grozečo nevarnostjo, pomanjkanjem vode. To pa nikakor ne pomeni, da je delo meteorologa v okviru vodnega gospodarstva s tem zaključeno.

Akumulacije utegnejo povzročiti klimatske spremembe vsaj v bližini, na primer, češče pojavljanje megle kot posledica povečanega pritiska vodne pare in spreminjene vodne bilance.

Megla je problem tudi v bližini hladilnih stolpov. Tu ne pride le do češčega pojavljanja megle, ampak zelo verjetno tudi do njene večje gostote. Češči primeri stratusa, rosenja in poledice.

Vse te probleme, in podobne, mora meteorolog osvetliti in formulirati svoje ocene.

Zelo težko breme bo prevzela nase, v zvezi s praznitvijo akumulacij, prognoistična služba. Problem je isti, kot je bil obravnavan že v referatu o zvezi med elektrogospodarstvom in meteorologijo. Poudarek je na dejstvu, da je dospevna doba na hudoourniških vodah zelo kratka in da je hidrološka prognoistična služba resnično povsem odvisna od prognoze vremena, bolje, od prognoze padavin. Od pravočasno najavljenega dežja je odvisna smiselna izraba akumulacij, ki jih večje deževje ne sme najti polne, še neizpraznjene.

Število nalog, ki jih v dobro vodnega gospodarstva izvaja meteorologija, je še veliko.

* * *

Zaključna misel je jasna. Vodni problem je tudi za Slovenijo Damoklejev meč. Za rešitev tega vprašanja bodo potrebne milijardne investicije, stopnja rentabilnosti teh investicij pa je v veliki meri odvisna od solidnosti meteorološke dokumentacije. V sodelovanju vodnega gospodarstva in meteorologije je nastopila odločilna ura. Še nadaljnje neupoštevanje meteorologije bi povzročilo velike izgube vsemu gospodarstvu in torej vsej družbi.

POVZETEK

Podaci o kratkotrajnim kišama su važni i potrebni. Vrlo je koristan i praktičan prikaz stvarnih ili bruto kiša grafički sa tri parametra (1) sloj kiše u cm, (2) trajanje kiše i (3) povratni period izražen u godinama. Takav grafikon je poznat samo na onim lokacijama gdje djeluju ombrografi, kojima se neprekidno registriraju kiše. Potreban je dugi niz godina želimo li ustanoviti rijetke povratne periode. Kako su ombrografi rijetki, a broj godina opažanja kratak, mora se prići posrednim postupcima za određivanje grafikona kiša na bilo kojoj lokaciji i za rijetke učestalosti. Za dimenzioniranje sigurnosnih preljeva potrebni su i podaci o maksimalno mogućim protokoma, a te se može ustanoviti samo pomoću meteorologije, to jest poznavanjem maksimalno mogućih kiša.

Jedna od metoda za izradu grafikona kiša je ustanovljenje jedne ili više točaka željenog grafikona sloj - trajanje - učestalost, a zatim se, od poznate točke, ili od više poznatih točaka, izradi cijeli grafikon. U ovom radu će se predložiti postupci za određivanje početnih točaka, i to određivanje staničnog sloja 2 godišnje 1 satne kiše i 1 god. 1 satne kiše.

UVOD

Podatke i materijale za ovaj rad je pribavila Splošna vodna skupnost Drava-Mura u Mariboru, zahvaljujući naročito direktoru te organizacije, koji polaže veliku važnost na razvoj hidrotehničke struke i zato pomaže istražne radove.

OPĆENITO

Jedna od važnih zadaća hidrologije je davanje karakterističnih vodnih valova u obliku hidrografa, to jest kronološkog prikaza protoka u m^3/s za razne povratne periode izražene godinama. Hidrologija to daje pomoću direktnih mjerenja na relativno malo lokacija i za relativno kratki broj godina. Praksa treba takve hidrografe na neodređeno velikom broju lokacija i za rijetke povratne periode, više od 100 godina. Za dimenzioniranje sigurnosnih preljeva potrebni su i podaci o maksimalno mogućim protokama izraženim u m^3/s . Na ta pitanja može odgovoriti hidrologija, sada i u budućnosti, samo uz pomoć meteorologije.

Dva su tipična slučaja određivanja protoka pomoću kiša: (1) odrediti protoke na temelju jedne određene kiše i (2) odrediti protoke na temelju sintetičkih kiša prikazanih u grafikonu: sloj kiše - trajanje - učestalost. Taj grafikon bruto ili stvarnih kiša je temelj za konstruiranje hidrografa za razne povratne perio-

de. Ovaj važan temeljni grafikon kiša, koji sadrži tri parametra: (1) sloj kiše u cm, (2) trajanje kiše i (3) povratni period izražen u godinama može se izraditi za svaku lokaciju gdje djeluje ombrograf, kojim se neprekidno registriraju kiše. Takovih instrumenata ima relativno malo, a podaci o kišama su potrebni na bezbroj mogućih lokacija. Potrebno je na temelju podataka mjerenja kiša na nekoliko ombrografa u Sloveniji dati metode za konstruiranje grafikona kiša na bilo kojoj točki, jer se ne zna unaprijed gdje će se pojaviti potreba poznavanja hidrografa.

Postoje razni postupci za generaliziranje kiša premetanjem podataka u prostoru. Po jednoj vrsti metoda ustanovi se jedna ili više točaka željenog grafikona kiša, a zatim se, prolazeći od te poznate točke ili od više poznatih točaka, konstruira cijeli grafikon.

U ovom radu predložit će se metode za određivanje početnih točaka za izradu grafikona sloj kiše - trajanje - učestalost na bilo kojoj točki u Sloveniji.

1 GODINA 1/4 SATNA KIŠA

Autor djela /1/ na strani 234 je dao na plan sjeverozapadne Evrope podatke o kratkotrajnim kišama. Date su vrijednosti za jednu točku grafikona sloj kiše - trajanje - učestalost i to za točku povratnog perioda od jedne godine i za trajanje od 15 minuta. Na jugoistoku je krajnja točka Wien, a na sjeverozapadu je prikazan još grad Kiel.

Intenzitet i , 1 god. 15 min., Wien = $122 \frac{1/s}{ha}$.

Sloj kiše h , 1 god. 15 min., Wien = 1,10 cm.

Intenzitet i , 1 god. 15 min., Kiel = $76 \frac{1/s}{ha}$.

Sloj kiše h , 1 god. 15 min., Kiel = 0,68 cm.

Jednaki plan nalazimo u djelu /2/, strana 25. Pomoću ovih jednogodišnjih kiša trajanja 15 minuta sa plana i formule, ili grafikona, iz djela /1/ na strani 234 dobiju se kiše raznih povratnih perioda i raznih trajanja. Tako izračunate vrijednosti omogućuju izradu grafikona kiša sloj - trajanje - učestalost. Na primjer,

sloj kiše h , 2 god. 1 sat, Wien = 1,98 cm, a

sloj kiše h , 2 god. 1 sat, Kiel = 1,23 cm.

Ta metoda bi se mogla primjeniti i za Sloveniju. Nije to jedina metoda, a ona je vedena je ovdje, jer je kod nas najpoznatija.

U nastavku će se razraditi novije metode i primjeniti ih na Sloveniju.

U Sloveniji postoji oko 30 ombrografa sa nešto dužim periodom opažanja. U djelu /3/ na stranama 68 i 75 dani su intenziteti kiša za 15 stanica u Sloveniji. Ovdje će se upotrijebiti podaci sa 13 stanica, jer za ostale dvije stanice nedostaju drugi nužni podaci. Koristeći metodu i rezultate navedene u /4/ na strani 9-60 i na Sl. 9 - 62 određene su vrijednosti sloja 2 god. 1 satne kiše na spomenutih 13 stanica. Nešto prošireni grafikoni su dan i u ovom radu na slici 1. Poznavajući godišnje maksimume dnevnih kiša i godišnji broj dana sa grmljavinom može se očitati na slici 1 odgovarajuća 2 god. 1 satna kiša. Tako izračunate kiše su upisane u tabeli 1, stupac 6.

Ne može se očekivati potpuna podudarnost mjerenih kiša sa očitanim na slici 1. Potrebno je usporediti ta dva izvora informacija. To je učinjeno i prikazano na slici 2. Iz provedenih računa slijedi, a vidljivo je i na slici 2, da su opažane kiše manje od računatih za sve stanice osim za Koper i Temnicu. Razlika međutim nije jednaka, te možemo podijeliti sve stanice u tri grupe. Nastavno su navedene stanice po grupama. Ujedno su označeni količnici s kojima treba pomnožiti računane kiše da se dobiju opažane kiše.

Jugozapadna Slovenija sadrži četiri stanice sa slijedećim količnicima. 1 Bovec, 0.96; 5 Vedrijan 0.93; 3 Temnica 1.04 i 4 Koper 1.14. Prosječni je količnik za ovu grupu 1.02. Primjenjena metoda daje za tu grupu skoro identične vrijednosti opažanima.

Srednja Slovenija imade pet stanica, koje slijede zajedno sa količnicima, s kojima treba množiti računane kiše da se dobiju opažane. 2 Gomance 0.81; 6 Postojna 0.79; 7 Ljubljana 0.78; 10 Novo mesto 0.78 i 11 Črnomelj 0.75. Prosječni je količnik za ovu grupu 0.78. Pomnože li se računane kiše sa ovim količnikom dobiju se mjerene kiše.

U sjevernoj Sloveniji se nalaze četiri stanice. Izuzevši Slovenj Gradec, za 9% računane kiše veće su od mjerenih i trebalo bi ih množiti s količnikom 0.91. Stanice i količnici su slijedići, 8 Celje 0.94; 9 Šmartno pri Slovenj Gradcu 0.64; 12 Maribor 0.88 i 13 Murska Sobota 0.90. Točnost primjenjene metode ovisi o raznim faktorima kao što su (1) točnost opažanja dnevnih kiša, (2) točnost opažanja dana sa grmljavinom i (3) primjenjivost ove metode karakteru kiša u raznim predjelima. Bilo bi preuranjeno već sada, samo na temelju podataka sa 13 stanica, donošati zaključak i tvrditi da su opažane kiše točnije ili manje točne od računatih. S tim se nije potrebno žuriti i to se može prepustiti daljnjem studiju. Zato treba izraditi planove (1) sredina godišnjih maksimuma dnevnih kiša i (2) sredina godišnjeg broja dana sa grmljavinom. Izradom tih dviju planova dobit će se kontrola podataka, eliminirat će se netočni podaci i nadomjestiti ispravnima i na temelju toga omogućiti će se izrada plana 2 god. 1 satne kiše za Sloveniju. Taj će plan biti temelj i velika pomoć za primjenu hidrometeoroloških računa. Prije izrade ovih planova može se koristiti ova metoda uzevši uvijek u razmatranje elemente sa nekoliko susjednih stanica radi kontrole i izjednačenja. Ova metoda će dati nešto veće podatke od mjerenih, pa će ra-

čun biti nešto sigurniji. Rezultate dobijene ovom metodom ne treba uvijek striktno uzimati nego se na njih kritički osvrnuti. I onako rezultate iz jednog ovakvog plana treba prilagoditi apsolutnim nadmorskim visinama mjesta. Ovom su metodom određene kiše za daljnje 24 stanice u Sloveniji i podaci se nalaze u stupcu 6 tabele 1, pod rednim broje 14 do 37.

KIŠE SLOJA 1 GODINA 1 SAT

Ove se kiše obraduju po drugoj metodi isto tako na temelju mjerenja na 13 spomenutih stanica. Mjereni podaci su uzeti iz djela /3/. Primjenjena metoda je opisana u djelu /5/. Godišnji sloj kiša sa grmljavinom dobiven je od Meteorološkog sektora u Ljubljani. U grafikonu na slici 3 određena je zakonitost za proučavane kiše na temelju podataka sa 13 stanica. Zatim su na temelju te zakonitosti izračunate kiše na ostalim stanicama.

Na vodoravnoj osi slike 3 nanese su opažane kiše u cm ili cm/sat, što je u ovom slučaju identično. Na okomitoj osi nanašane su vrijednosti srednjeg godišnjeg sloja kiša sa grmljavinom kad god su ove kiše iznosile 0.2 cm ili više na dan. U tabeli 1, stupac 8 nalaze se izračunate kiše prema ovoj metodi.

Najveće odstupanje je na stanici Vedrijan, gdje je opažena kiša 3.44 cm, a prema primjenjenoj metodi iznosi samo 2.02 cm, što je očito prenisko. Vjerojatno je prenikak podatak o srednjem godišnjem sloju kiše sa grmljavinom veće ili jednake 0.2 cm na dan. Taj je dat za Vedrijan 32.21 cm, dok sve okolne stanice imaju znatno veći sloj što se vidi iz slike 3. Podaci za Vedrijan temelje na samo 11 godina opažanja i to od 1960. do 1970. dok za ostale stanice period opažanja iznosi mnogo više. Za većinu stanica podaci su iz 23 godine.

Može se zaključiti da je potrebno izraditi plan u povoljnom mjerilu sa izolacijama srednje godišnjeg sloja kiša sa grmljavinom većih ili jednakih 0.2 cm na dan. Na temelju tog plana bit će moguće eliminirati neispravne podatke na stanicama i nadomjestiti ih ispravnim vrijednostima. Pomoću tih linija bit će moguće odrediti 1 god. 1 satne kiše na svakoj lokaciji. Što više, omogućit će se izrada plana izolacija tih kiša. Za sada dok ne postoje planovi s izolacijama kiša sa grmljavinom potrebno je uvijek uzeti podatke o tim kišama s više stanica za određivanje 1 god. 1 satne kiše prema grafikonu na slici 3.

ZAKLJUČAK

Studij generalizacije kiša potrebno je nastaviti, jer je to aktuelan problem koji se u praksi svakodnevno pojavljuje. Zato je potrebno analizirati, obraditi i publicirati one opažane elemente, koji su od pomoći za poznavanje i određivanje kratkotrajnih kiša. Poželjno je da se odmah izrade planovi u povoljnom mjerilu, recimo 1:milijon sa izolacijama za (1) sredina godišnjih maksimuma dnevnih kiša, (2) sredina godišnjeg broja dana sa grmljavinom i (3) srednji godišnji

sloj kiše s grmljavinom i to za one kiše koje su bile jednake ili veće od 0.2 cm dnevno.

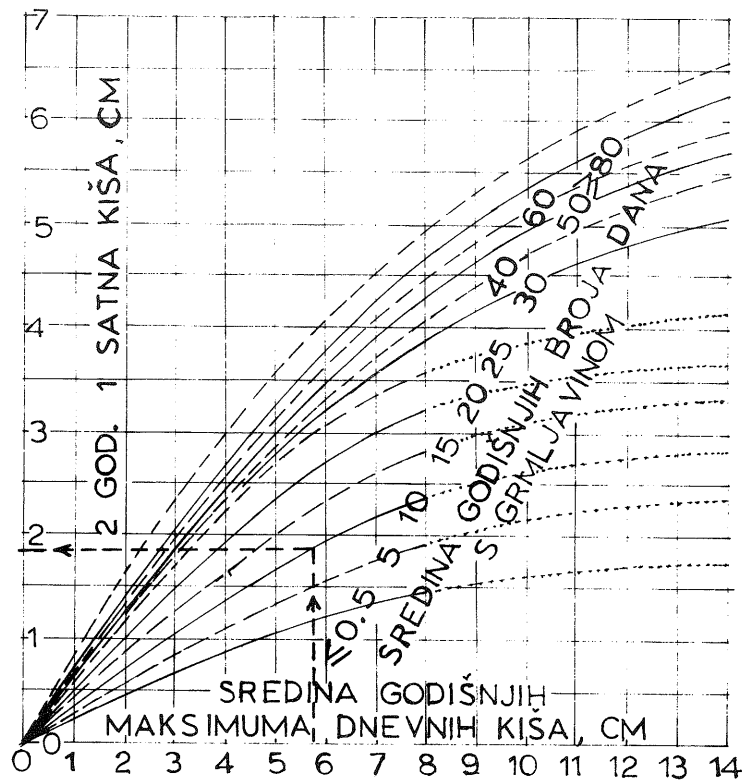
Predložene metode mogu se odmah koristiti imajući u vidu da podatak samo jedne stanice može biti netočan. Uzmü li se podaci sa više stanica može se provesti kontrola i stvoriti pouzdan zaključak o karakteristikama kratkotrajnih kiša.

LITERATURA

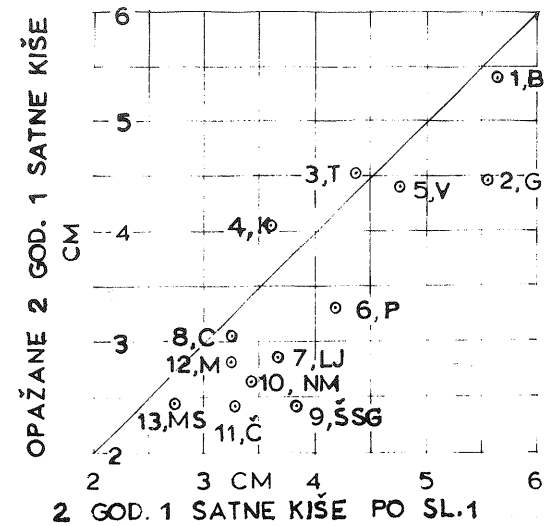
- /1/ Reinhold, F.: Regenspenden in Deutschland. Gesundheits Ingenieur, Heft 16 und 17 (64 Jahrg. 1941), pp. 231-236 und 246-250.
- /2/ Imhoff, K.: Priručnik za kanalisanje gradova i pročišćavanje upotrebljenih voda. Komitet za vodoprivredu, Beograd, 1950.
- /3/ Furlan, D.: Klimatologija I - 4. Ljubljana, 1969. Vodno-gospodarske osnove. Tipkopolis.
- /4/ Chow, Ven Te: Handbook of applied hydrology. New York, McGraw-Hill, 1964.
- /5/ Trupl, J.: Zavislost intensit kratkodobých deštu na výskytu bourek, Praha, Podbaba, 1959.

Redni broj	Ime stanice	Geografska		Nadmorska visina, metara	2-godišnje		1-godišnje	
		dužina	širina		Prema djelu			
					Bj.	Sl. 1.	Bj.	Sl. 3.
1								
2								
1	BOVEC	13-33	46-20	425	5.41	5.65	3.99	4.16
2	GOMANCE	14-26	45-31	937	4.48	5.55	3.61	3.40
3	TEMNICA	13-41	45-51	402	4.55	4.38	3.59	2.95
4	KOPER	13-43	45-33	33	4.08	3.60	3.50	2.50
5	VEDRIJAN	13-33	46-01	258	4.44	4.76	3.44	2.02
6	POSTOJNA	14-12	45-46	533	3.31	4.18	2.75	2.85
7	LJUBLJANA	14-31	46-04	299	2.86	3.67	2.53	2.58
8	CELJE	15-14	46-15	244	3.06	3.25	2.46	2.14
9	ŠMARTNO PRI SLOVENJ GR	15-07	46-29	452	2.46	3.85	2.16	2.46
10	NOVO MESTO	15-11	45-48	208	2.68	3.44	2.13	2.25
11	ČRNOMELJ	15-12	45-34	156	2.46	3.30	2.12	2.20
12	MARIBOR	15-39	46-32	275	2.85	3.25	2.02	2.12
13	MURSKA SOBOTA	16-08	46-40	191	2.46	2.74	1.95	1.68
14	VELIKI DOLENCI	16-17	46-51	308		2.70		1.78
15	KANČEVCI	16-16	46-45	365		2.80		1.88
16	LENDAVA	16-28	46-34	195		2.80		1.52
17	GOR. RADGONA	16-00	46-40	205		3.02		1.68
18	ČRNCI PRI APAČAH	15-54	46-42	216		2.80		1.75
19	JERUZALEM	16-12	46-28	345		3.15		1.69
20	ŠENTILJ V SLOV. GOR.	15-39	46-41	297		2.80		2.02
21	ZAVRČ	16-03	46-23	255		2.98		1.66
22	FRAM	15-38	46-27	333		3.05		1.93
23	PRAGERSKO	15-39	46-24	251		3.10		2.06
24	ZETALE	15-48	46-16	330		3.40		2.19
25	POLJČANE	15-35	46-18	325		3.25		2.07
26	OPLOTNICA	15-27	46-23	370		3.10		2.05
27	TINJE	15-30	46-25	667		3.20		1.98
28	REMŠNIK	15-18	46-38	660		3.26		1.99
29	STROJNA	14-54	46-36	980		3.23		2.25
30	TOPLA	14-48	46-28	675		3.95		2.45
31	GORNJI RAZBOR	15-00	46-27	884		4.00		2.68
32	SOLČAVA	14-42	46-25	658		4.34		2.51
33	PAŠKI KOZJAK	15.11	46-23	980		3.43		2.16
34	VITANJE	15-18	46-23	478		3.46		2.17
35	SELA PRI PLANINI N. S.	15-24	46-06	550		3.55		2.18
36	SROMLJE	15-35	45-59	292		2.85		2.05
37	BIZELJSKO	15-42	46-01	170		2.80		2.00

Tabela 1 - Jednosatne kiše u Sloveniji, cm

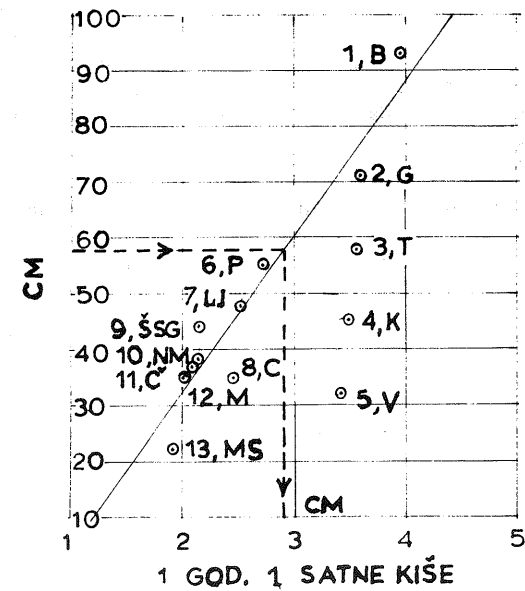


Slika 1 - Empirički odnos za određivanje 2 god. 1 satnih kiša /4/



Slika 2 - Usporedba opažanih i po slici 1 kiša

SREDINA GODIŠNJEG SLOJA KIŠA S GRMLJA -
VINOM VEĆIH ILI JEDNAKIH 0.2 CM NA DAN



Slika 3 - Određivanje 1 god. 1 satnih kiša

DISKUSIJA

D. Gregorka

Za projektiranje odvoda meteorne vode s streh potrebujemo pri projektiranju podatke o nalih in sicer podatke o prvih 15 minutah, ko je največji udar pri nalih. Od tega je odvisno, ali bo vertikalna in horizontalna kanalizacija pri hiši zdržala, ali pa bo prišlo do poplave. Teh podatkov nimamo. Take podatke bi potrebovali za vso Slovenijo.

S. Diklić

Iz enournih podatkov, za katere vem, da so na voljo, lahko izračunamo tudi 15 minutne vrednosti. Vendar je po mojem mnenju merodajna tista vrednost, ki ustreza času zbiranja.

D. Furlan

Do takih nesporazumov lahko prida le zaradi tega, ker je premajhno sodelovanje med meteorologi in hidrologi ter projektanti. Podatke, ki jih išče tov. Gregorka, je Hidrometeorološki zavod izdal v obliki grafikonov in kart. Podatki so zbrani tako za 10 minutne nalive in za vrsto drugih časovnih razponov, vse do celodnevnih. Ljubljanska kanalizacija je grajena za odtoke 108 litrov na hektar v 1 sekundi, toda prenesla je že tudi 350 litrov. Torej je 3,5 krat predimenzionirana. V Mariboru pa so želeli graditi za odtoke 160 litrov v sekundi na hektar, a je po naših izračunih odtok 168 litrov. Projektanti si torej sami jemljejo "merilo" za stopnjo upoštevanja meteorološke dokumentacije. Ker hidrologi in projektanti ne najdejo poti do nas, jo mi iščemo do njih. Želimo biti čim bolj natančni. Morda res ne damo vseh podatkov - temu je kriv način financiranja, vendar je tudi res, da ni vseeno, kako in kdo interpretira naše podatke. Potrebno je teamsko delo in ne le, da od nas zahtevajo tako hidrologi kot projektanti le gole podatke, odklanjajo pa sodelovanje.

Generalizirani podatki o padavinah lahko v Sloveniji, ki je klimatsko tako raznolika, privedejo do zelo velikih napak. To je razvidno tudi iz podatkov tov. Diklića in dejanskih vrednosti o maksimalnih padavinah na Primorskem.

K. Žibrik

Zanimanje za hidrološke raziskave je bilo v zadnjih 30 letih usmerjeno na različna področja. Takoj po vojni je gospodarstvo zanimala le gradnja hidroenergetskih objektov in so bile potrebne predvsem tovrstne raziskave. Te so bile zaključene nekako do leta 1965. V zadnjih nekaj letih pa je prišlo do energetske krize. Spet se pojavlja potreba po tovrstnih raziskavah tako za izkoriščanje vodne energije kot pri drugih energetske objekti, kjer je voda potrebna npr. za hlajenje v nuklearnih elektrarnah ali v termoelektarnah.

N. Pleško

Rada bi pojasnila, da ima hidrometeorološka služba na voljo vse podatke, za katere tov. Diklić v svojem referatu trdi, da jih v Jugoslaviji ni. V Republiš-

kem hidrometeorološkem zavodu SR Hrvatske so tudi pripravljene programi za računanje teoretičnih ekstremnih vrednosti za različne povratne periode, ki bazirajo na tujih podatkih. Taki materiali ne bodo tiskani in objavljeni v Atlasu klime, vendar jih uporabniki na zahtevo lahko dobijo, morajo pa jih, seveda, plačati.

B. Kirigin

Glede na pripombe, da so projektantom meteorološki podatki nepristopni, menim, da je potrebno o tem dati pojasnilo. Vsi podatki o mesečnih količinah padavin so objavljeni v "Godišnjaku SHMZ". Plačati pa je bilo potrebno le podatke, ki so zahtevali posebne obdelave. Zelo drobno smo sodelovali z elektrogospodarstvom, gradbeništvo, Inštitutom za gozdne raziskave, republiškim fondom za ceste in mnogimi projektantskimi organizacijami, pa tudi z vodnim gospodarstvom v SR Hrvatski in ne vidim razloga, da ne bi mogli obdelati podatkov o intenziteti padavin na neki taki instituciji.

A. Stritar

Če nekako povežemo probleme, o katerih smo slišali v referatih na teme o prostoru, urbanizaciji, gradbeništvo, vodnem gospodarstvu in energetiki, moramo ugotoviti, da bomo kljub obilici padavin in obilni vodni zalogi, vode kmalu žejni. Kaj delamo z vodo? Želimo jo na čim hitrejši način odvesti drugam. Nastal je problem zadrževanja voda. Toda če želimo vode zadrževati, moramo napraviti ogromne dolinske pregrade. Naš prostor pa takih pregrad ne prenese. Mi imamo dejansko 500 ljudi na kvadratnem kilometru (po statističnih podatkih le 175), kajti naš življenjski je le v dolinah. Z dolinskimi pregradami pa ta prostor omejujemo. Ljudje so vse do današnjih dni znali z vodo bolje varčevati. Nešteti ribniki, jezovi, mlini, majhni vodnoenergetski objekti so vodo zadrževali, vzdrževali so neko posebno ekologijo tega mikroprostora v dolinah. Vsi ti objekti so bili ali namenoma porušeni ali pa so propadli. Imeli smo celo manjše hidroelektrarne - tudi te so bile porušene, češ, velike hidrocentrale nam nudijo dovolj energije. Danes pa imamo velike reklame v časopisih za vse mogoče agregate na nafto - na vir, s katerim onesnažujemo zrak, na vir, ki pomeni dragoceno energijo. Prepovedano pa je imeti žepno hidroelektrarno, recimo na potoku. Nekateri se zavzemajo za obnovo pregrad (med temi je tudi vojska, saj bi taki objekti koristili tudi v splošni ljudski obrambi). Vprašanje je, kako narediti take objekte rentabilne? Z žagami in mlini ne. Morda z ribniki ali rekreacijskimi objekti. Šobčev bajer na primer konkurira Bledu - ne s hoteli - s čisto vodo. Take manjše hidrosisteme pa naš prostor prenese in celo zelo potrebuje. Prišel bo čas, ko bomo vsako kapljo vode želeli spremeniti v energijo. Vidimo, kako se vsi ti problemi prepletajo, če jih gledamo z malo širšega aspekta.