



ODABRANA POGLAVLJA IZ KLIMATOLOGIJE

Utjecaj atmosfere na biljni i životinjski svijet

**Doc.dr. S. Lozić
Odjel za geografiju
Sveučilište u Zadru**

BIOLOŠKO DJELOVANJE ENERGIJE SUNČEVOG I ZEMLJINOG ZRAČENJA

Energija zračenja Sunca i Zemlje utječe na biljke i životinje na različite načine:

- utjecaj na toplinu,
- promjene u tkivima,
- utjecaj na podražaje koji djeluju na neke procese u organizmu,
- izravno sudjelovanje u izgradnji tvari
- najkraće valne duljine (od 0,25 - 0,32 μm) - opasne za život - razaranje stanica i tkiva organizama - ubijanje virusa i bakterija ali i biljaka



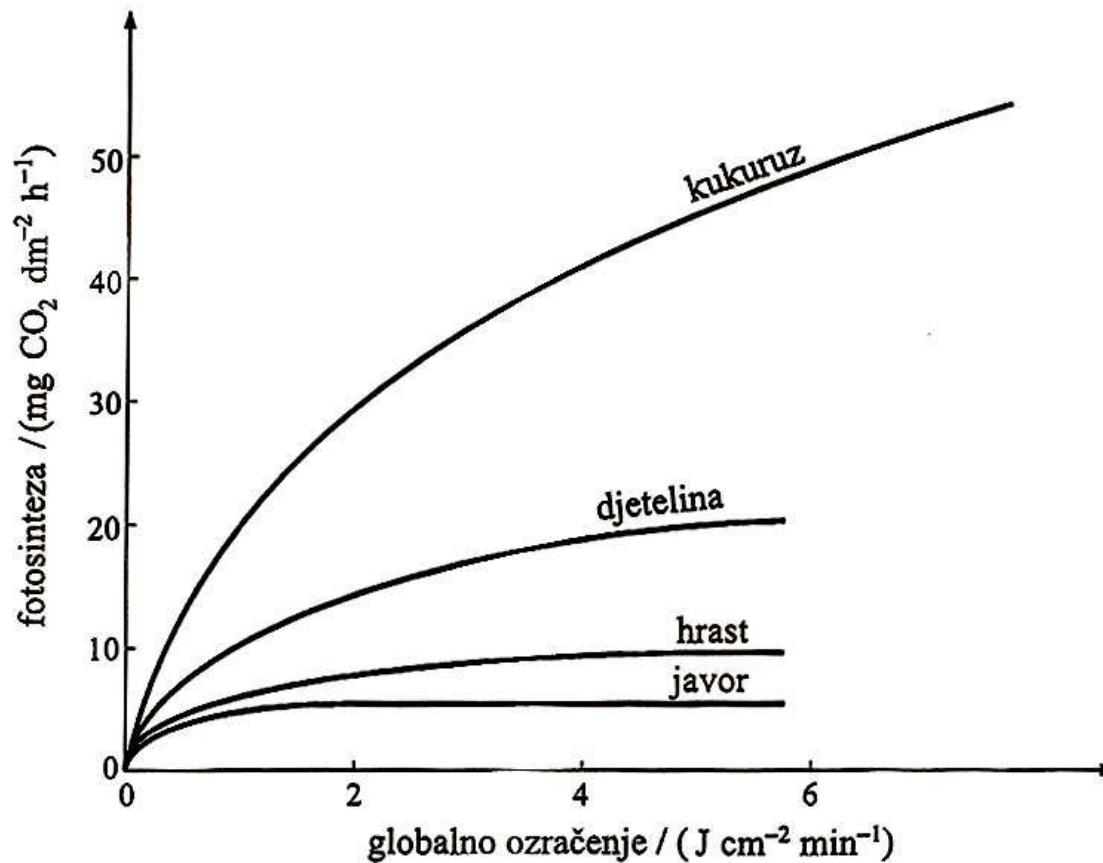
- UV zračenje - životinje su razvile prilagodbe: debela i pigmentirana koža (npr. slon), krzno, perje ili ljuske
- ozon → zaštita (ozonosfera u normalnim uvjetima ne propušta valne duljine kraće od $0,29 \mu\text{m}$)
- u visokim geogr. širinama južne hemisfere (npr. Ognjena Zemlja): razrjeđenje stratosferskog ozona - u posljednjim desetljećima sve više slijepih ovaca i kitova



Svjetlost: utjecaj na fiziološke reakcije kod životinja:

- produljenje svijetlog dijela dana u proljeće potiče nagon za razmnožavanjem (ptice se gnijezde u proljeće, kokoši najviše nesu u ožujku itd.)
- lastavice i rode: povratak u Hrvatsku krajem ožujka i početkom travnja → svijetli dio dana traje oko 13 sati; ostaju do početka rujna, kad se trajanje dana opet snizi na 13 sati
- tundre i obale dalekog sjevera: biljni i životinjski svijet (osobito ptičji) naglo se razvija u nekoliko mjeseci kad je svjetlost dugotrajna a temperatura nešto viša
- biljne vrste - u pojedinoj fazi životnog ciklusa potrebna im je određena jačina i trajanje svjetlosti (+ toplina i vlaga) - uvjet za prelazak u slijedeću fazu razvoja





Slika 49. Ovisnost fotosinteze u nekih biljaka o globalnom ozračenju

- **fotosinteza** se ne povećava linearno s porastom dozračene energije
 → povećanje je sve slabije što je bliži maksimum ozračenja i osvjetljenja (različito ponašanje biljnih vrsta pri fotosintezi zbog nejednakog rasporeda kloroplasta na lišću)

- podjela biljaka prema utjecaju trajanja insolacije na cvatnju: a) **biljke dugog dana** (npr. pšenica - klasa kad su dani dugi); b) **biljke kratkog dana** (npr. krizantema - cvjeta u jesen, kad su dani kraći)
- vidljivi dio spektra regulira otvaranje i zatvaranje puči na listovima → utjecaj na transpiraciju
- valne duljine od 0,61 - 0,71 μm djeluju na pokretanje fotosinteze; od 0,40 - 0,51 μm sudjeluju u samom procesu fotosinteze
- valne duljine od 0,71 - 1,0 μm (kraj vidljivog i početak infracrvenog dijela spektra) → pokretanje razvoja generativnih organa biljke (cvjetova, klica); djelovanje na boju biljke; izazivaju periodično okretanje biljke prema Suncu (npr. suncokret)



UTJECAJ TEMPERATURE NA BILJKE

- životna aktivnost biljke i biokemijske reakcije ovise o aktivnosti stanica → aktivnost stanica ovisi o temperaturi → procesi važni za život biljaka
- o temperaturi ovise apsorpcija vode i mineralnih soli preko korijenja, cirkulacija sokova u nadzemnom dijelu biljke, upijanje CO_2 - ako temperatura prijeđe donju ili gornju kritičnu vrijednost → ireverzibilne promjene u stanicama – moguće je uvenuće cijele biljke



- temperatura nije jednaka u svim stanicama biljke - ovisi o temperaturi sredine koja okružuje određeni dio biljke, o apsorpciji i emisiji zračenja, potrošnji ili oslobađanju latentne topline na dijelu biljke itd.

Japanski javor

- ako je u zraku veća količina vlage, nema vjetra ili je slab → slabija transpiracija
- odstupanje temperature najizloženijeg dijela lista od temperature okolnog zraka obično nije veće od nekoliko °C
- sjeme i mlade biljke s kratkim korijenjem: važna je temperatura površinskog sloja tla
- vremenski razmak od sjetve do nicanja mijenja se ovisno o temperaturi tla
- za odrasle biljke u vegetacijskom razdoblju važnija je temperatura zraka od temp. tla (pri temperaturi > 54°C većina biljaka ugiba)

Tablica 11. Razdoblje od sjetve do nicanja pšenice i kukuruza pri različitim površinskim temperaturama tla

Kultura	Temperatura površine tla / °C	Vrijeme od sjetve do nicanja / dani
pšenica	18 – 20	6
	10 – 12	14
	5 – 7	22
kukuruz	18 – 20	7
	20 – 12	30

- 4 temperaturna praga važna za život biljaka:

1. apsolutni minimum preživljavanja - najniža temperatura pri kojoj biljka može podnijeti hladnoću

2. vegetacijska nulta točka - kad stanice postanu aktivne i počinje rast biljke; dok se temperatura nalazi ispod nulte točke, biljka živi ali njezini vegetativni organi miruju

3. najpovoljnija temperatura (optimum)

4. apsolutni maksimum preživljavanja - stanice i tkivo se suše, uvenuće biljke
- neke biljke prisilno zriju ako temperatura u određeno doba godine prijeđe određeni prag - ovisi o vrsti biljke - osobito štetna pojava za žitarice



- **biološki minimum temperature** = najniža srednja dnevna temperatura zraka pri kojoj biljka ulazi u neku razvojnu fazu
- određuje se za pojedinu razvojnu fazu određene biljke

Tablica 12. Biološki minimumi temperature za dvije razvojne faze odabranih poljoprivrednih kultura (prema: Otorepec, S., 1980)

Poljoprivredna kultura	Nicanje i oblikovanje vegetativnih organa / °C	Oblikovanje plodonosnih organa / °C
pšenica	4 do 5	10 do 12
raž	4 do 5	10 do 12
ječam	4 do 5	10 do 12
zob	4 do 5	10 do 12
kukuruz	10 do 13	12 do 15
grah	12 do 13	15 do 18
suncokret	7 do 8	12 do 15
soja	10 do 11	15 do 18
pamuk	14 do 55	15 do 20
riža	14 do 55	18 do 20

- optimalni temperaturni uvjeti za životne procese i razvoj pojedinih organa: promjenjivi i ovise o više faktora: vrsti biljke, razvojnom stupnju i sl.
- npr. jagoda: boja, količina šećera i aroma ovise o temperaturi neposredno prije zriobe - aroma je najbolja kad plodovi dozrijevaju pri temperaturi od oko 15°C
- viša temperatura: plodovi su crveni i slatki ali nemaju pravi miris (raniji plodovi ukusniji su od kasnijih jer je početkom berbe hladnije; jagode s viših predjela ukusnije su nego one s nizinskih)



UTJECAJ TEMPERATURE NA ŽIVOTINJE

- razmjena topline s okolinom = odnos između topline koju organizam prima i one koju gubi (zračenjem, kondukcijom, isparavanjem itd.) - može biti povoljna ili nepovoljna
- ako je razlika između tih toplina unutar određenih granica, životinja svojim termoregulacijskim sustavom može održavati tjelesnu temperaturu (vitalni organi normalno funkcioniraju)
- optimalna toplinska razmjena → osjet ugone kod životinja; rast, povećanje težine, stvaranje mlijeka, jaja i sl.



- **termoneutralno temperaturno područje** - odgovara optimalnoj toplinskoj razmjeni → organizam životinje najbolje napreduje

Tablica 13. Neki podaci o temperaturi zraka potrebnoj za životinje i perad u nastambama (Rupić, V., 1988)

	Temperatura / °C
krave	0 – 15, u rodilištu 10 – 20
junad	6 – 12
telad	7 – 12
dojne krmače	16 – 22
bređe krmače, nazimice, nerastovi	15 – 18
prasad	prvi tjedan 32 – 30, treći tjedan 28 – 24
tovljenici	12 – 18
kokoši nesilice	14 – 24
brojleri	16 – 26
pilići	prvi tjedan 32, treći tjedan 28 – 25
radni konji	7 – 15
trkaći konji, ždrebac	10 – 18
ovce i koze	6 – 15
janjad i jarad	12 – 18
kunići za tov	8 – 20

- **temperatura iznad termoneutralnog područja:** organizam smanjuje potrošnju hrane, širenje krvnih žila, pojačano isparavanje, ubrzano disanje, povećana potrošnja vode
- životinje se od izravnog Sunčevog zračenja sklanjaju u sjenu ili ulaze u vodu; toplina se lakše podnosi ako je vjetrovito
- **temperatura ispod termoneutralnog područja:** ubrzanje metabolizma, trošenje većih količina hrane (i do 35% više nego u termoneutralnim uvjetima); usporavanje rasta, smanjivanje produktivnosti, zimski san
- pčele: izlijeću iz košnica kad je temperatura zraka 10°C ; kad je duži broj dana s temperaturom $> 20^{\circ}\text{C}$ pčele proizvedu trostruko više meda



UTJECAJ ATMOSFERSKE VODE NA BILJKE

- biljkama je potrebna cirkulacija vode od korijena do lišća - potrebno je da u tlu ima vode i da zrak nije zasićen vodenom parom

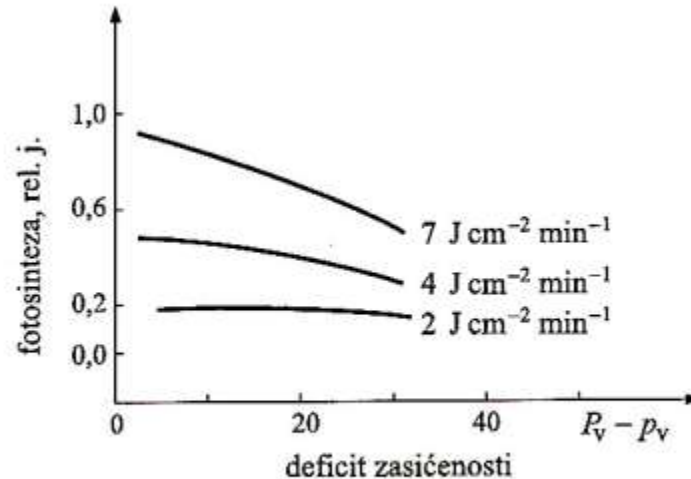
- optimalni uvjeti: kad postoji ravnoteža između primitka i potrošnje vode

- pokazatelji vlažnosti zraka najbitniji za biljke: **relativna vlaga i rosište**

Relativna vlaga: za rast bilja najpovoljnije je ako je između 50 i 90% - u tom se rasponu s povećanjem vlažnosti povećava i fotosinteza (osobito ako je Sunčevo zračenje jako)

- vrlo visoka relativna vlaga: onemogućena je transpiracija

- niska relativna vlaga: pojačan gubitak vode iz biljke transpiracijom → smanjena fotosinteza → biljka vene i suši se ako se voda ne može nadoknaditi iz tla



Slika 79. Ovisnost fotosinteze o manjku zasićenosti pri određenoj energiji upadnog ozračenja

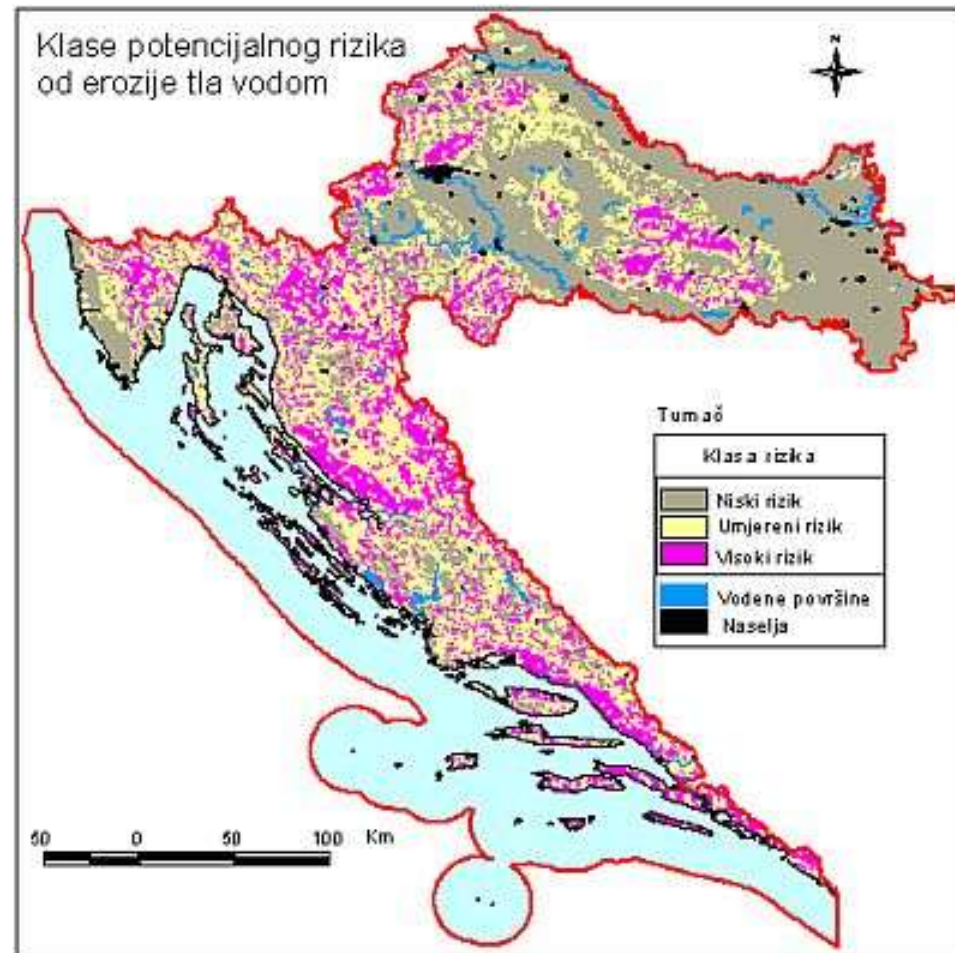
- ekstremne vrijednosti relativne vlage - štetne u doba cvatnje (niska r. v. suši pelud, a visoka r. v. sprječava otvaranje prašnika i otežava kukcima let)
- npr. relativno suh zrak ne pogoduje lanu ali poboljšava kvalitetu pšenice - u vrlo vlažnom zraku zrnje žitarica postaje vlažno pa se teže čuva
- kombinacija visoke relativne vlage i visoke temperature zraka potiče razvoj nekih biljnih štetnika i gljivičnih bolesti

Magla - popratna pojava vrlo visoke vlage zraka - štetna u doba vegetacije → smanjuje Sunčevo zračenje; slično djeluje i gušća naoblaka



Kiša:

- važan je način padanja: slabija i dugotrajnija kiša korisnija je nego kratkotrajna kiša velikog intenziteta → ravnomjernije natapanje tla umjesto zbijanja tla, svijanja i lomljenja biljaka
- strmi tereni: kiša velikog intenziteta ili dugog trajanja → površinska ili dubinska erozija → ogoljavanje i osiromašivanje tla (odnošenje humusa, mineralnih tvari i mikroorganizama), odroni i klizanje
- biljni pokrov štiti tlo od erozije (korijenje veže čestice tla)
- kiša je najkorisnija u vegetacijskom razdoblju



Štetan utjecaj kiše:

- otežavanje poljodjelskih radova (oranje, sušenje sijena, ubiranje i spremanje plodova)
- preveliko povećanje relativne vlage zraka
- sprječavanje oplodnje u razdoblju cvjetanja
- smanjivanje kvalitete poljoprivrednih proizvoda
- sprječava prozračivanje i izmjenu plinova u mokrom tlu

Rosa

- u duljim razdobljima bez kiše opskrbljuje biljke potrebnom vodom



Snijeg

- vrlo koristan u kopnenim područjima umjerenih i viših geogr. širina → dobar toplinski izolator
- štiti bilje (npr. mlade ozime usjeve) od prejakog ohlađivanja

Tablica 23. Ovisnost temperature tla u dubini 3 cm o debljini snijega na tlu i temperaturi zraka

Debljina snijega / cm	10	20	30	40	50
temperatura tla / °C (uz temp. zraka -10 °C)	-7	-5	-4	-3	-2
temperatura tla / °C (uz temp. zraka -20 °C)	-12	-10	-8	-7	-6

Štete od snijega:

- lomljenje grana i stabala previše opterećenih naslagama mokrog snijega
- naglo otapanje snijega na tlu → nastanak bujica i poplava
- uvenuće biljaka kad se nalaze pod dugotrajnim sniježnim pokrivačem
- zbog nedostatka svjetlosti nema ni fotosinteze (proces koji traje 30 - 40 dana, visoke geografske širine)

Tuča

- najčešće pada u vegetacijskom razdoblju (topli dio godine) - izaziva štete na biljkama (ovisno o veličini zrna, gustoći padanja, trajanju)
- štete nastaju zbog mehaničkog oštećivanja biljaka - prelamanje, udaranje, guljenje, otkidanje stabljika, lišća, cvjetova i plodova

Mraz

- on je vanjska pojava koja prati temperature niže od 0°C koje su štetne u vegetacijskom razdoblju
- zaštita: dimljenje, prekrivanje biljaka



UTJECAJ ATMOSFERSKE VODE NA ŽIVOTINJE

- životinje dobijaju vodu povremeno, kad piju i hranom
- gubitak vode: neprekidno, disanjem i isparavanjem kroz kožu; povremeno znojenjem, kroz mokraću → ovisno o aktivnosti životinje i okolini
- **vlaga zraka** - posredno djelovanje na životinje
- ako visoka relativna vlaga zraka u proljeće traje 20-tak dana - razvoj bolesti i parazita
- kišne i vlažne godine: često se pojavljuje metiljavost (parazitna bolest)
- velike kiše s bujicama i poplavama, kao i suša - direktno ugrožavaju život životinja i sprječavaju pristup hrani



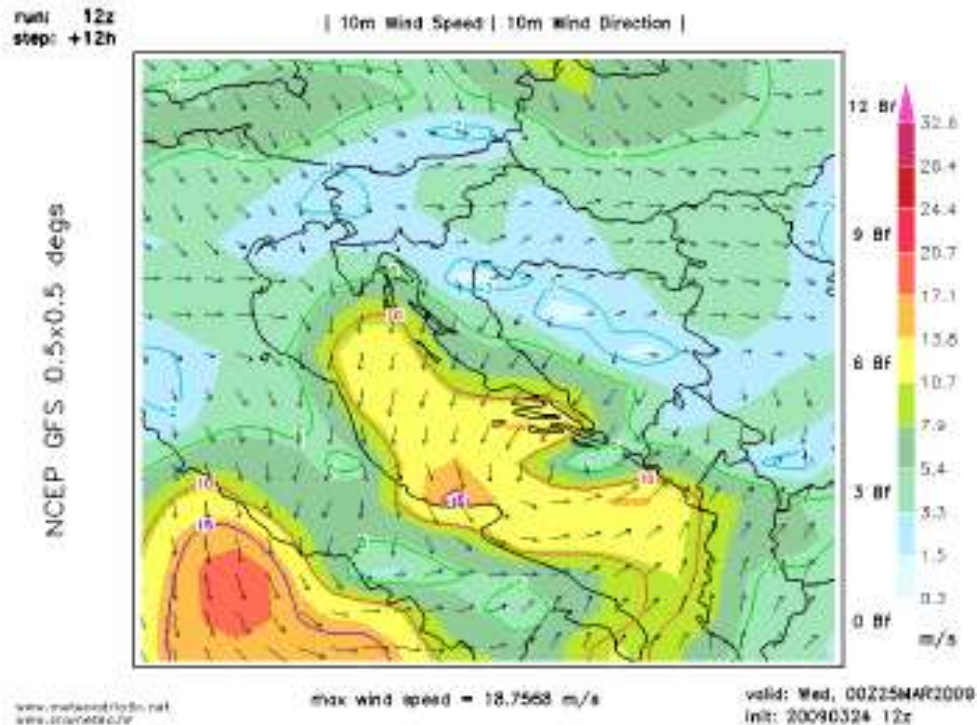
June 25, 2008 - Pigs are stranded on a roof on June 20 after floodwaters from the Mississippi and Iowa Rivers inundated the town of Oakville, Iowa



Deer swim through a flooded field in St. Charles, Missouri, after a Mississippi River levee broke on June 24, 2008.

UTJECAJ ATMOSFERSKOG STRUJANJA NA BILJKE

- važnost **turbulentnog gibanja zraka, advekcije zračnih masa i mehaničkog djelovanja vjetra**
- taj utjecaj može biti koristan ili štetan - ovisi o okolnostima
- advekcija vlage u planetarnim razmjerima: prenošenje velikih količina vodene pare i oblaka s oceana i mora nad kopno → nastanak padalina
- vjetar: vrtložno ili tubulentno gibanje
- važnost vjetra za biljke: **turbulentna razmjena topline, CO₂ i vodene pare u atmosferi, prijenos peluda, spora, sjemenki, čestica zemlje i snijega**



- za vedrog i mirnog vremena pri tlu se pojavljuju **ekstremne temperature** (npr. mrazišta zimi ili visoke dnevne temperature danju ljeti) - za vjetrovita vremena ekstremi se smanjuju jer je izmjena topline veća
- vjetar poništava temperaturnu inverziju i razbija maglu
- vjetar povoljno djeluje na fotosintezu jer biljkama stalno dovodi nove količine CO₂
- jači vjetar - pojačano isparavanje vode na tlu i u tlu; pojačana transpiracija biljaka - može biti štetnog djelovanja (isušivanje biljaka i tla, mehaničko djelovanje)
- jaka evapotranspiracija može biti korisna nakon jakih oborina ili topljenja snijega



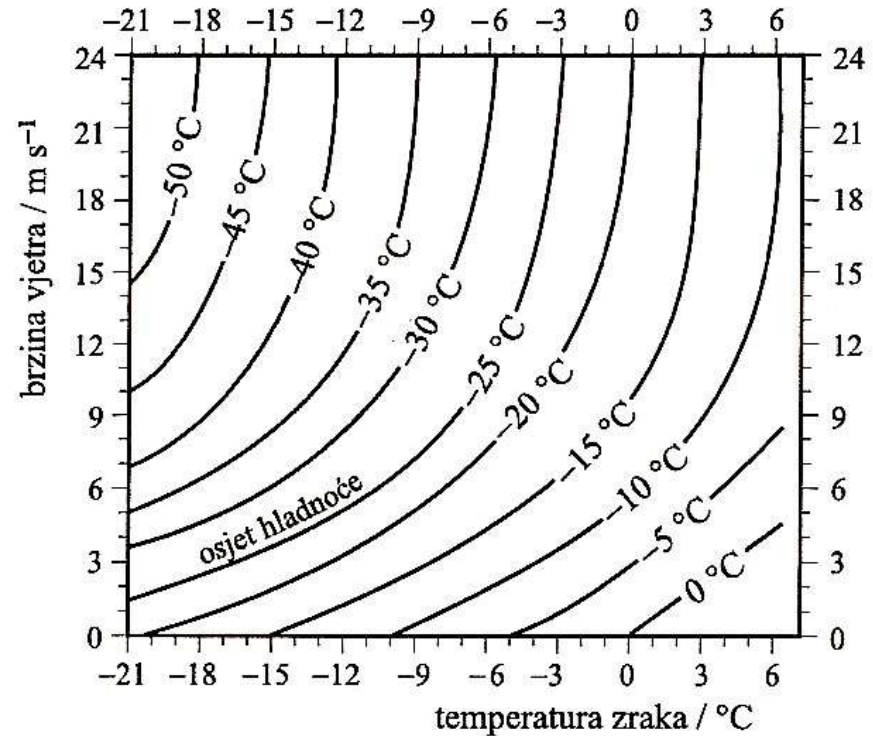
- jaki i olujni vjetar - mehaničko oštećivanje biljaka, osobito u vegetacijskom razdoblju (slamanje grana, uništavanje cvjetova i plodova i sl.)
- ogoljavanje tla vjetrom = eolska erozija - štetna za biljke
- zimi jači vjetar diže snijeg s tla i prenosi ga → izloženost tla (štetno za biljke zbog smrzavanja) i stvaranje zapuha (mehaničko oštećivanje biljaka)

- ako jak vjetar puše pretežno iz jednog smjera → povijanje stabala, nagnuta su suprotno od smjera vjetra, krošnje su razvijene prema zavjetrinskoj strani (bura, jugo)



UTJECAJ ATMOSFERSKOG STRUJANJA NA ŽIVOTINJE

- na životinje koje su na otvorenom vjetar djeluje razmjerno s njegovom jačinom
- odnošenje topline i pojačavanje isparavanja s kože → ohlađivanje organizma životinja
- dojam prividno niže temperature - s porastom jačine vjetra dojam hladnoće postaje jači
- jaki naleti vjetra mogu oboriti životinju ili joj otežavati kretanje (npr. bura na Biokovu, Dinari ili Velebitu - ovce i koze); pticama i kukcima otežava ili onemogućava letenje



Slika 102. Ovisnost vjetrene temperature (krivulje) o temperaturi zraka i brzini vjetra

SPECIFIČNOSTI ŠUMSKE KLIME

- **šuma** = zajednica visokog raslinja - vremenske prilike nešto su drugačije nego u niskoj vegetaciji na otvorenom polju (uz iste meteorološke uvjete)
- stablo ili dio krošnje izloženo je utjecaju sunca i atmosfere ovisno o njegovom položaju prema rubu šume
- vanjski, rubni dijelovi šume izloženi su vjetru i zračenju; unutrašnje strane drveća su u sjeni

- gornji rub krošanja otvoren je prema izravnom i raspršenom Sunčevom zračenju → gornja ploha šume danju je toplija a noću hladnija od okolnog zraka (dugovalno zračenje krošanja)



- na vrhu krošanja pojačana je transpiracija kao i cirkulacija vode i sokova od korijena prema krošnji
- **vjetar** - nad šumom ne puše jednolično jer je drveće nejednake visine
- jači vjetar → stvaranje vrtloga → moguća mehanička oštećenja stabala
- unutrašnjost šume - posebna mikroklima: izravna Sunčeva svjetlost u unutrašnjost šume dopire samo djelomično i povremeno kroz slobodne prolaze među krošnjama; difuzno zračenje manje je od onog na otvorenom polju → nepovoljni uvjeti za fotosintezu (nisko raslinje slabo raste)



- **vlaga zraka** u šumi je veća nego izvan nje zbog slabijeg miješanja zraka i stalnog isparavanja vode
- **isparavanje** (na koje se troši toplina) je manje + manjak Sunčevog zračenja → danju je u šumi svježije nego na otvorenom
- noću se u šumi zrak manje rashladi od zraka izvan nje (zadržavanje dugovalnog zračenja) → manja dnevna amplituda temperature
- količina **padalina** u šumi i izvan nje jednaka je ako padaline traju duže
- ako su kratkotrajne, voda se zadržava u krošnjama, na granama i stablima → isparavanje → do tla stigne manje vode nego što je palo kiše



- s obzirom da je vjetar u šumi slabiji, voda koja dospije do tla teže se isparava → tlo se sporije suši i ostaje mokro i vlažno i više dana nakon kiše
- **snijeg** - u šumi teže kopni, snježni nanosi dugo se zadržavaju
- pri maglovitu vremenu na granama i stablima hvata se inje ili kapljice rosulje



- u šumarstvu, kao i u poljodjelstvu, podaci o vremenu važni su radi preventivnog djelovanja protiv navale kukaca, virusnih i gljivičnih bolesti
- **kisele kiše** - plinovi koji s vodom stvaraju kiseline (SO_2 , CO_2 , NO_2) zajedničko negativno djelovanje s otpadom, pesticidima, deterdžentima, umjetnim gnojivima i sl.
- taj se negativni utjecaj može pojačati u ekstremnim vremenskim uvjetima, npr. vrućine, suše i hladnoće
- amonijak i SO_2 smanjuju otpornost drveća na hladnoću



UTJECAJ VREMENA NA OPASNOST OD ŠUMSKIH POŽARA

- pri određenim vremenskim uvjetima postoji velika opasnost od požara šuma, šikara i makije
- osobito ljeti u obalnom području → visoka temperatura, nedostatak padalina, raslinje je puno smole i eteričnih ulja
- uz meteorološka izvješća daju se i upozorenja o opasnosti od požara
- požar mogu izazvati i udari groma, električne iskre iz žica dalekovoda, paljenje smeća i biljnog otpada



- prognoza opasnosti od požara: brojni **indeksi**
- parametri: **relativna vlaga, temperatura zraka, količina padalina, trajanje beskišnog razdoblja, jačina vjetra, rosište, potencijalna evapotranspiracija, vodna bilanca na površini tla, neto-zračenje, duljina dana** itd.
- u DHMZ-u dulji niz godina izrađuju se procjene opasnosti od izbijanja i širenja šumskih požara za obalno područje.
- te su procjene zasnovane na kanadskoj metodi određivanja meteorološkog indeksa opasnosti od šumskih požara (Fire Weather Index, FWI).
- svakodnevni rezultati procjene opasnosti, dostavljaju se operativnim centrima
→ usklađivanje aktivnosti s informacijama



- **meteorološki indeks opasnosti od šumskih požara** - način procjene zapaljivosti goriva - uvažava učinke prošlih i trenutnih vremenskih prilika na tri vrste pokrivača šumskog tla.

- određuje se na temelju **temperature, vlage, vjetra, sadržaja vlage u gorivima, indeksa početnog širenja vatre, indeksa ukupnog goriva i indeksa meteorološke opasnosti od požara**

- gorivo: živa stabla, grmlje, pokrov tla, trava, mahovina, suha stabla i ostaci

Indeks opasnosti od šumskih požara

23. srpnja 2009. (DHMZ)

POSTAJA	TEMP.	VLAGA	VJETAR	KIŠA	FFMC	DMC	DC	ISI	BUI	FWI	OPASNOST
PAZIN	23,1	35	3	5,8	76	31	176	1	43	3,0	vrlo mala
RAB	24,9	31	4	8,2	79	62	391	2	89	9,0	umjerena
ŠIBENIK	21,9	49	12	0,1	92	87	261	47	95	79,0	velika
MAKARSKA	20,6	93	6	10,0	40	46	356	0	69	0,0	mala
HVAR	24,7	64	1	16,5	58	39	418	0	64	1,0	mala
PLOČE	26,2	72	9	0,0	89	149	449	20	163	56,0	vrlo velika
DUBROVNIK	28,0	72	3	0,0	85	89	491	4	122	17,0	velika

FFMC = pokazatelj vlažnosti finog goriva

DMC = pokazatelj vlažnosti srednjeg goriva

DC = pokazatelj vlažnosti krupnog goriva

ISI = indeks početnog širenja vatre

BUI = indeks ukupnog goriva

FWI = indeks meteorološke opasnosti od požara