

## Pletene mreže za zaštitu voća i povrća od tuče i drugih nepogoda

Prof.dr.sc. **Zlatko Vrljičak**, dipl.ing.  
Mr.sc. **Josip Hadina**, dipl.ing.  
**Katarina Krstović**, mag. ing.  
Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Zagreb, Hrvatska  
e-mail: zlatko.vrljicak@ttf.hr  
Prispjelo 27.3.2012.

UDK 677.664.22:632.9  
Stručni rad

*Zaštitne se mreže izrađuju tehnikom pletenja i tkanja, a ponekad i drugim tehnikama. Navedene su različite primjene zaštitnih mreža, a posebno su obrađene pletene zaštitne mreže koje štite stabljiku, plod ili objekt, u prvom redu od tuče, a potom od Sunca, vjetra, životinja i dr. U radu je naglasak na protugradnim mrežama koje se stavljaju iznad plantaža voća ili na različite druge načine u vinograde za zaštitu vinove loze od tuče ili pak od najezde ptica pri obavljanju tzv. ledene berbe. Opisani su srazovi tuče s tvrdom i elastičnom podlogom te navedene metode i tehnike razaranja tuče u zraku. Svake godine Republika Hrvatska službeno registrira sve elementarne nepogode i obavlja procjenu pojedinih šteta. U posljednjih desetak godina prosječno tuča u Hrvatskoj prouzroči štete u vrijednosti oko 330 mil. kn ili 35 % od ukupnih šteta nastalih pri elementarnim nepogodama. Navedeni su konstrukcijski oblici mreža koji se izrađuju na osnovoprepletaćim strojevima s dvije ili tri grupe niti osnove. Osim podataka o zaštitnim mrežama, navedeni su podaci i o sjenilima kojima se štite objekti, ljudi ili životinje za vrijeme velikih vrućina, a naročito rasadnici s malim i mladim stabljikama.*

**Ključne riječi:** zaštita, mreža, pletivo, polietilen, monofilament, tuča, Sunce, životinje

### 1. Uvod

Pletene mreže su proizvodi namijenjeni različitim životnim potrebama. U velikim količinama primjenjuju se u zaštiti voća i povrća, usjeva, cvijeća i materijalnih dobara od tuče, Sunca, vjetra, životinja i sl. Pletene mreže se također koriste u zaštiti radnika pri izvođenju građevinskih, poljoprivrednih, stočarskih, šumarskih, istraživačkih i dr. poslova. Također se koriste kao zaštitne ograde kojima se privremeno ograđuju objekti, postrojenja, tereni, peradarnici i drugi prostori. Velik se dio mreža koristi u

sportskim aktivnostima i ribolovu. Posebno su zanimljive mrežice koje se koriste za medicinske i osobne higijenske potrebe. Male životinje drže se u kavezima ili rezervatima ograđenim različitim mrežama. U posljednje se vrijeme sve više mreža koristi kao matrica u kompozitima na koje se naslojavaju različite strukture. Ovakve mreže popunjene ispunom u primjeni nisu vidljive. Mnoge od navedenih mreža uglavnom se izrađuju na osnovoprepletaćim strojevima. Ovom tehnikom mogu se dobiti mreže različitih svojstava. Dio mreža slične konstrukcije i iste namjene izrađuje se

tehnikom tkanja. Velik problem mreža izrađenih tehnikom tkanja je dimenzijska nestabilnost oka mreže. Mreže izrađene tehnikom pletenja imaju znatno veću dimenzijsku stabilnost pa su u nekim područjima primjene nezamjenjive. Mreže dobivene jednom od navedenih tehnika najčešće se upotrebljavaju u tzv. tehničkom sektoru kao tehničke tekstilije. U ovom radu obrađene su pletene mreže za zaštitu voća i povrća od različitih nepogoda, u prvom redu od tuče. Mreže se stavljaju iznad stabljika, sadnica ili materijalnih dobara da ih zaštite od vanjskih nepogoda [1, 2].

## 2. Obrana od tuče u Hrvatskoj

Tuča je izuzetno promjenjiva pojava u vremenu i prostoru i ne može se unaprijed točno predvidjeti. Osim suše, tuča najviše ugrožava nasade i štetno djeluje gotovo na sve stabljike i plodove. Često je kratkotrajna, ali ponekad traje i više desetaka minuta.

Veoma je složeno računati silu sraza zrna tuče s podlogom. Također je veoma teško u stvarnosti mjeriti silu sraza zrna tuče s podlogom, a naročito je teško i složeno mjeriti učestalost udara zrna tuče u jedinicu površine. Za mjerenje sile sraza zrna tuče i podloge potrebno je obuhvatiti mnoge parametre. Zrna tuče koja padaju na zemlju su različita po obliku, veličini i masi. Pretpostavlja se da deset zrna tuče koja istovremeno padnu na četvorni metar podloge ostvare bar tri bitno različite sile sraza s podlogom. Zbog toga se prosječna sila sraza zrna tuče i podloge može pretpostaviti ili približno odrediti.

Zrno tuče promjera 3 mm koje pada s visine 400 m može izazvati silu sraza s podlogom oko 5 cN. Ta je sila dovoljna da ošteti mladi pupoljak na stabljici. Zrno tuče promjera 10 mm može izazvati silu sraza s podlogom i do 50 cN. Ovolika sila može strgati dio pupoljka. Međutim, ako ovakva tuča traje 5 min, na pupoljak će vjerojatno pasti desetak zrna tuče i zasigurno ga uništiti. Ako tuča traje 15 min i po četvornom metru padne 10 000 zrnaca, tada je velika vjerojatnost da će stotinu zrnaca pasti na mladi pupoljak duljine 10 cm i širine 2 cm te ga također u potpunosti uništiti. Ponekad smo svjedoci događaja kada je tuča trgala crepove na krovu ili oštetila krov automobila. U tom slučaju, na temelju posljedice može se odrediti sila uzroka. Sila trganja crijepa zasigurno iznosi 10 N, a sila oštećenja krova automobila i do 50 N. Najsnažnije tuče, registrirane u Hrvatskoj trajale su do 30 min pri čemu je na tlo palo i do 15 000 zrnaca/m<sup>2</sup> ili do 7 kg/m<sup>2</sup>. Procjenjuje se da

je sila udara zrna tuče o tlo 5 cN do 50 N, a najčešće 200 do 500 cN. Sraz zrna tuče i crijepa, ili zrna tuče i krova automobila bio je potpuno neelastičan. Sraz zrna tuče i lista stabljike je vrlo elastičan. Sraz zrna tuče i velike grane je gotovo krut, dok je sraz zrna tuče i rubne grančice na kojoj se nalaze pupoljci elastičan, to prije i više ako puše vjetar. Posebno je zanimljivo računati i mjeriti sraz ploda npr. jabuke koja se nalazi na njihajućoj grani i zrna tuče. Česta je pojava da zrno tuče jako ošteti plod jabuke koji se tada ne može svrstati u prvu klasu pa time na tržištu ne ostvaruje zadovoljavajuću prodajnu cijenu [3].

Poznati su uvjeti nastajanja tuče kao i metode zaštite dobara od djelovanja tuče. Da se u zraku otope ledene čestice tuče, od 1947. godine na njih se djeluje otopinom srebrnog jodida. Čestice reagensa mogu se u oblake unijeti pomoću zrakoplova, raketa i prizemnih generatora. Pomoću prva dva načina čestice se unose praktički izravno u željeno područje, a kod uporabe prizemnih generatora sama atmosfera uzlaznim strujanjima dovodi čestice reagensa u oblak. Odabir tehničkog sredstva prijenosa reagensa ovisi o mogućnostima primjene u određenom području, povijesnim okolnostima, zakonskim propisima i raspoloživim financijskim sredstvima. Radi sigurnosti pilota i letjelice, u planinskom području i noću nije preporučljivo upotrebljavati zrakoplove. U područjima s puno zrakoplovnih luka bit će otežano provođenje raketne obrane, a djelovanje prizemnim generatorima je vremenski zahtjevnije u potpuno ravničarskom kraju. Financijski troškovi uspostavljanja infrastrukture mogu biti znatni, tako da se promjena načina djelovanja događa samo zbog bitnih promjena uvjeta djelovanja.

U našim se krajevima najčešće koristi raketna protugradna obrana. U posljednjih nekoliko godina, za obranu od tuče godišnje se utroši oko 6 000 raketa. Jedna protugradna raketa stoji oko 2.000 kn. Proračunom Republike

Hrvatske u 2009. godini za provođenje operativnog programa od tuče izdvojeno je oko 28 mil. kuna, godine 2010. znatno manje, oko 22 mil. kn. U 2011. godini utrošeno je 20 mil. kuna. Zbog recesije, u 2012. i 2013. godini planira se za preventivnu obranu od tuče utrošiti po 15 mil. kn. U Hrvatskoj se službeno svake godine registriraju različite štete koje se evidentiraju kao elementarne nepogode, a prouzročene su sušom, požarom, tučom, mrazom, kišom, vjetrom, olujom, poplavom, plimnim valom i sl. Tako je u 2007. godini prijavljeno oko 3 mlrd. kn šteta nastalih od različitih elementarnih nepogoda, od čega na štete prouzročene tučom otpada oko 450 mil. kn ili 14 %. Ako se analizira posljednjih desetak godina, uočljivo je da na prijavljene štete prouzročene tučom godišnje otpada prosječno oko 330 mil. kuna (45 mil. eura), ili 35 % od ukupnih šteta. Zbog sveopće krize, mnogi posjedi nisu osigurani, a mnogi niti prijavljeni kod elementarnih nepogoda ili šteta prouzročenih tučom. Stvarne štete prouzročene tučom su znatno veće od prijavljenih, a država i osiguranje samo djelomično obeštete velik dio prijavljenih šteta [4].

Mjerenje pojave zrna tuče na tlu je vrlo složeno zbog vremenskih i prostornih varijacija te kratkog trajanja pojave, ali se u Hrvatskoj redovito provodi. Da bi se dobili što točniji podaci o karakteristikama i intenzitetu tuče, razvijeno je nekoliko vrsta mjernih instrumenata, od kojih je jedan jednostavni mjerni instrument - tučomjer, u praksi pokazao vrlo dobre rezultate. Postavljanjem tučomjera na mjerne postaje u kontinentalnom dijelu Hrvatske te dodatno tučomjernog poligona dimenzija 30 km x 20 km na području Zagorja, dobivena je gusta mreža od 730 tučomjera, u kojoj je u razdoblju od 2002. do 2009. godine izmjereno više od 2400 slučajeva padanja tuče [5-8].

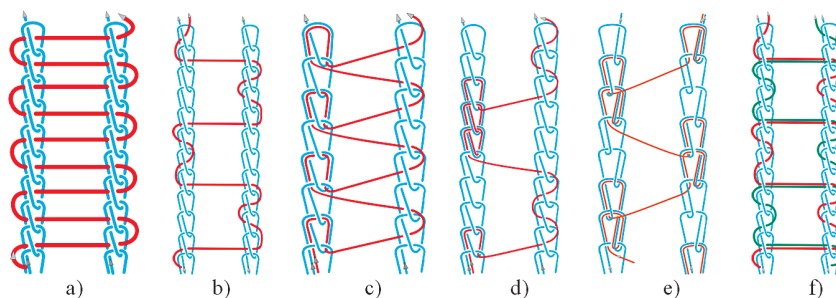
Zbog velikih izdataka u zaštiti nasada, usjeva i materijalnih dobara od tuče, traže se nova učinkovita i jeftinija rješenja. Zbog toga se u poslje-

dnja dva desetljeća razvijaju različiti oblici zaštitnih mreža koje se koriste u vinogradarstvu, voćarstvu, povrćarstvu, rasadničarstvu, cvjećarstvu i sl. U tom smislu na Mediteranu već postoje udruženja koja djeluju na preventivnoj zaštiti poljoprivrednih kultura, a rade pod lozinkom „preventivna zaštita struktura“ [2, 9].

### 3. Pletene mreže za zaštitu od vanjskih nepogoda

Postoje različite vrste pletenih zaštitnih mreža koje štite biljke i plodove od tuče, vjetrova, Sunca, mraza, ptica, životinja, insekata i sl. Mreže se mogu koristiti u zaštiti voća i povrća, materijalnih dobara, cvijeća, pri berbi voća gdje olakšavaju i ubrzavaju proces berbe te povećavaju iskorištenost zdravih jedinki. Pletene zaštitne mreže uglavnom se izrađuju niskotlačnim polietilenskim monofilamentnim nitima u određenim bojama i veličinama kao i veličinama oka. Najčešće se izrađuju u debljinama 0,30 do 2,5 mm i masama 10 do 300 g/m<sup>2</sup>. Fizikalno-mehanička svojstva, u prvom redu površinska masa mreže, potom prekidna sila i istezljivost mreže ovise o konstrukciji mreže, odnosno području i načinu primjene. Zbog jednostavnosti izrade, dobre funkcionalnosti i jednostavne primjene, u posljednjih nekoliko godina sve je veći udio korištenja pletenih mreža kako u zaštiti poljoprivrednih kultura tako i materijalnih dobara. U Hrvatskoj je najveća primjena zaštitnih mreža u voćarstvu i vinogradarstvu, a potom u povrtlarstvu [10, 11].

U svijetu postoje mnoge tvornice koje serijski izrađuju različite pletene zaštitne mreže. Mreže se izrađuju prema namjeni i području primjene, u određenim duljinama, širinama, strukturama i masama. Timskim radom stručnjaka s različitih područja izrađuju se mreže za konkretne namjene. Suvremene plantaže jabuka imaju duljinu reda 100 m i širinu 360 cm pa se za takvu plantažu, u jednom komadu izrađuju mreže duljine 110 do 120 m i širine 360 cm. Zaštitna mreža za



Sl.1 Različiti konstrukcijski oblici pletenih mreža za zaštitu voća, povrća i objekata od vanjskih nepogoda: a) temeljni konstrukcijski oblik mreže s jednom potkom, b) oblik mreže s jednom izduženom potkom, c) jednostrano čvršća mreža, d) jednostrano čvršća izdužena mreža, e) obostrano čvršća mreža i f) obostrano čvršća mreža izradena s tri osnove

vinograde može se postavljati na različite načine pa se može koristiti ista struktura mreže kao i u voćnjacima, samo druge širine, npr. 120 cm. Kada se izrađuje mreža za poznatu namjenu ona se često konfektionira kako bi se jednostavno mogla učvrstiti na postojeću armaturu. Ako se mreža koristi za pojedinačnu zaštitu stabljike, tada se izrađuje drugačije strukture i veličine [12-14].

Kad se jednom mreža stavi iznad stabljike, ona štiti stabljiku i plod od tuče, ali često i istovremeno od Sunca, ptica, životinja, insekata i sl. Jednom postavljena mreža ostaje u aktivnom stanju dok se plod ne obere. Kad je mreža obavila svoju funkciju, tada se ona konzervira najčešće na plantaži, tj. stavi u pasivni položaj. U Hrvatskoj sezona obrane od tuče traje od 1. svibnja do 30. rujna pa je u tom razdoblju mreža u aktivnom položaju, a ostatak godine u pasivnom položaju [5-7].

#### 3.1. Struktura pletenih zaštitnih mreža

Za izradu najrazličitijih pletenih zaštitnih mreža najviše se koristi niskotlačni polietilen u dva osnovna oblika, i to kao monofilament ili vrpca. Ovisno o namjeni, monofilamenti mogu biti promjera 0,1 do 0,5 mm, a veoma su često promjera 0,12 do 0,3 mm. Polietilenske vrpce često su širine 1,5 do 2,4 mm i debljine 20 do 30  $\mu$ m. Sve pletene zaštitne mreže izložene su utjecaju Sunca pa je zbog

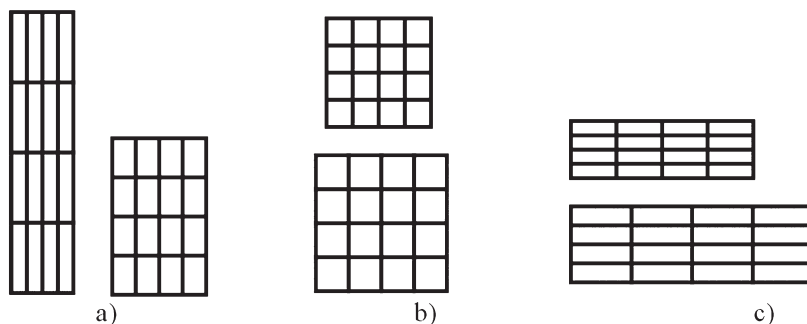
toga ovakav polietilen dodatno obrađen na otpornost utjecaja Sunčevog svjetla.

Pletene se zaštitne mreže izrađuju po načelu pletenja lančića i njegovog povezivanja djelomičnim lijeganjem potke i osnove. Ovisno o namjeni, a time i konstrukciji mreže, monofilamenti ili vrpce se mogu koristiti za oblikovanje različitih lančića i djelomično polaganje potke i osnove, sl.1.

Za izradu navedenih konstrukcijskih oblika mreža koriste se različite finoće monofilamenta ili vrpca, a time i određene finoće strojeva na kojima se izrađuju mreže određenih namjena. Tako se npr. temeljni konstrukcijski oblik mreže s jednom potkom, sl.1a, izrađuje s jednom grupom niti osnove koje oblikuju lančić očice, dok druga grupa niti osnove ne oblikuje očice već djelomično liježe potku povezujući dva susjedna niza lančić očica. Takve zaštitne mreže se izrađuju monofilamentima finoće 50 do 70 tex, promjera 0,23 do 0,28 mm, pri čemu je širina oka najčešće 8 do 10 mm, a visina 2 do 3 mm. Mreža može imati plošnu masu 50 do 80 g/m<sup>2</sup>. Isti konstrukcijski oblik mreže može se izrađivati polietilenskim vrpčama debljine oko 25  $\mu$ m, širine 2,2 mm, ili finoće 50 tex, pri čemu se dobije laganija mreža plošne mase 30 do 40 g/m<sup>2</sup>. Obje prethodne mreže imaju širinu oka 6 do 10 mm i visinu 1,5 do 3 mm i pogodne su za zaštitu plodova od najezde pčela i osa. Ako se takva mreža koristi u vinogradima

za zaštitu bobica grožđa od pčela, osa i malih životinja, tada se redovi loza prekrivaju mrežom mjesec dana prije berbe kad više nije potrebno prskanje vinograda ili bilo kakva manipulacija u vinogradu. Međutim, mreža izrađena polietilenskim vrpčama često se koristi kao sjenilo pri zaštiti stabljika i plodova od Sunčeve svjetlosti. Malo grubljim vrpčama, npr. finoće oko 60 tex, može se po prethodnom načelu izrađivati još gušće sjenilo plošne mase oko 160 g/m<sup>2</sup> koje se koristi za prekrivanje parkirališta automobila ili izolaciju plantaža od manjih životinja.

Drugi oblik takve mreže je s tzv. izduženom potkom, sl.1b. Najčešće ima veći otvor oka koji iznosi 8 mm x 6 mm i pogodan je za zaštitu vinograda od tuče. Mreža se stavlja uzduž rasta vinove loze. Sa svake strane reda loza dolazi po jedna mreža koja pada od gornje žice prema zemlji. Dakle, mreža je okomita na zemlju ili usporedno postavljena sa smjerom dolaska tuče pa je u najpovoljnijem položaju u odnosu na smjer udara tuče. Zbog toga se može izrađivati finijim monofilamentima, npr. finoće 25 do 40 tex ili promjera monofilamenta 0,12 do 0,18 mm, znatno manje plošne mase koja iznosi 25 do 40 g/m<sup>2</sup>. Mreža se postavlja iznad redova loza prije pojave prvih pupoljaka pa štiti pupoljak od tuče, ali i od vjetra. Jednostrano čvršća mreža, sl.1c, je stabilniji konstrukcijski oblik mreže od prethodne dvije. Jedna grupa niti osnove oblikuje lančić očice, a druga grupa niti osnove koja povezuje dva susjedna lančića, na jednom lančiću također oblikuje lančić očice, dok na drugom nizu lančić očica djelomično liježe osnovu. Ako se mreža izrađuje grubljim monofilamentima finoće 50 do 70 tex i veličine oka oko 10 mm x 2,5 mm, tada je plošna masa 50 do 90 g/m<sup>2</sup> te je mreža izrazito otporna na nalet tuče. Može se koristiti u vodoravnom položaju u zaštiti voćnjaka. Ako se takav konstrukcijski oblik mreže želi koristiti u zaštiti vinograda s tim da se mreža postavlja uzduž rasta stabljike, ili okomito na zemlju, tj.



Sl.2 Različiti oblici i veličine oka mreža: a) uzdužni položaj oka, b) kvadratni oblik oka i c) vodoravni položaj oka

usporedno sa smjerom naleta tuče, tada je poželjno imati veći otvor oka mreže, npr. veličine 10 mm x 6 mm koji se dobije djelomičnim lijeganjem osnove i potke na drugom lančiću, tj. izrađuje se jednostrano čvršća izdužena mreža, sl.1d.

Obostrano čvršća mreža, sl.1e, izrađuje se također s dva sustava niti osnove. Prvi sustav niti oblikuje samo lančić očice, a drugi sustav oblikuje lančić očice na dva susjedna niza lančić očica koje povezuje djelomičnim lijeganjem potke. Ako se žele izrađivati još stabilnije i čvršće mreže, tada se koriste strojevi koji pletu s tri sustava niti osnove, sl.1f. Prvi sustav oblikuje lančić očice, drugi sustav djelomično liježe potku u jednom smjeru ili oblikuje očice i polaže potku u jednom smjeru, dok treći sustav niti osnove suprotno polaže potku od drugog sustava. Ovakve čvršće i masivnije mreže poželjno je koristiti u vodoravnom položaju iznad plantaža jer su najviše izložene udaru tuče. Za izradu pletenih zaštitnih mreža s rubnim perforacijama koje služe za učvršćivanje mreže za armaturu, koriste se osnovoprepletači strojevi koji rade s pet ili šest sustava niti osnove [1, 10, 15].

Kao što je vidljivo, ovisno o namjeni i položaju u upotrebi, izrađuju se mreže različitih konstrukcijskih oblika i veličine oka mreže. Danas se uglavnom za potrebe u Hrvatskoj izrađuju mreže sa stupnjem zasjenjenja 10 do 30 %, pri čemu je površina oka mreže 15 do 50 mm<sup>2</sup>. Oko mreže može biti nepravilnog ili pravilnog četvrtastog

oblika. Prihvatljive veličine oka mreže su npr. 8 mm x 3 mm, 10 mm x 2 mm, 5 mm x 5 mm, 5 mm x 7 mm, 6 mm x 7 mm i sl. Ako je oko mreže pravilnog četvrtastog oblika, tada postoje tri osnovne kombinacije: uzdužni položaj oka, kvadratno oko i vodoravni položaj oka mreže, sl.2. Uzdužni i vodoravni položaj oka mreže može biti u različitim odnosima. Pojedine konstrukcije strojeva omogućuju izradu zaštitnih mreža određenog oblika, veličine i strukture oka. Na jednim konstrukcijama strojeva jednostavno je izraditi mrežu s vodoravnim položajem oka, a na drugima, mreže s uzdužnim položajem oka. Modernije, a time i skuplje konstrukcije strojeva omogućuju jednostavnije izrade oka mreža različitih veličina i pravilnih četvrtastih oblika.

Kod izrade pletenih mreža koje će koristiti za vanjsku zaštitu poljoprivrednih usjeva, voćnjaka, vinograda ili objekata, u prvom redu od tuče, preporučuje se veoma pomno analizirati okolnosti utjecaja tuče i tada primijeniti određenu mrežnu zaštitu. Upotreba svih zaštitnih mreža, pa tako i zaštitnih mreža protiv tuče, mora imati razumljivu ekonomsku opravdanost.

### 3.2. Pletene mreže za zaštitu od tuče

Sraz zrna tuče i podloge uvijek izaziva deformaciju. Pri udaru o podlogu, zrno tuče se deformira i veoma rijetko raspada. Međutim, podloga u koju zrno udara se deformira i/ili pomiče.

Ponekad je ta deformacija mala i beznačajna, a vrlo često velika i rizična. Da se zaštite stabljike, plodovi ili materijalna dobra od tuče, ona se prekrivaju zaštitnim mrežama. Zrno tuče udara u mrežu, po njoj se kotrlja i pada na tlo ne oštećujući stabljiku ili plod. Velika i snažna tuča, koja pada u olujnom nevremenu, veoma često trga zaštitnu mrežu i oštećuje stabljiku i plod.

Pletene zaštitne mreže izrađuju se u različitim konstrukcijskim oblicima. Osim duljine i širine mreže te pojačanja ruba za učvršćenje mreže, veličina oka mreže je važna značajka mreže. Veličinu oka mreže potrebno je uskladiti sa zasjenjenjem mreže. Što je veličina oka mreže manja to je zasjenjenje mrežom veće pa je prodiranje Sunčevih zraka na list stabljike manje te je smanjen proces fotosinteze. U tom slučaju, zbog nedovoljne fotosinteze, stabljika i plod se ne razvijaju normalno i dolazi do stagnacije u razvoju ploda i stabljike, i u konačnici do opadanja lista i nezrela ploda. U tom su slučaju prinosi stabljike znatno smanjeni. Ako se koristi mreža veće veličine oka, tada mreža ima veću propusnost zrna tuče koja oštećuju stabljiku i plod, što također samnjuje kvalitetan urod. Preporučeno zasjenjenje mrežom iznosi 10 do čak 30 %. U kontinentalnom dijelu Hrvatske, gdje utjecaj Sunčeva svjetla nije velik, zasjenjenje mrežom može biti 10 do 15 %. Međutim, u priobalnom području, gdje su ljeti temperature znatno više, preporučuje se veće zasjenjenje mrežom. U priobalnom području nije učestala tuča kao u kontinentalnom pa se mreže istovremeno koriste i kao sjenila. Zbog toga se može koristiti protugradna mreža većeg zasjenjenja, čak i do 30 %.

Intenzivno voćarstvo, vinogradarstvo, cvjećarstvo i povrtlarstvo ne bi smjelo biti ovisno o klimatskim uvjetima; stoga obrana od tuče postaje imperativ u suvremenom voćarstvu. Mrežni sustav za obranu od tuče za armaturu koristi drvenu, betonsku ili metalnu konstrukciju koja se pomoću čelične užadi usidri u zemlju. Kada se



Sl.3 Vodoravno položena zaštitna mreža iznad plantaže voćnjaka: a) konzervirana mreža na plantaži - mreža u pasivnom položaju, b) djelomično otvorena mreža i c) razapeta mreža po armaturi – mreža u aktivnom položaju

koristi drvo kao armatura na koju se učvršćuje zaštitna mreža, s obzirom na veličinu investicije, poželjno je da drveni stupovi budu od impregniranog drva **ariša** ili **bora** čiji je vijek trajanja dulji od 20 godina. Impregnirani drveni stupci u praksi su se pokazali mnogo boljima od betonskih stupova koji s vremenom, naročito pod utjecajem snijega, počnu pucati i tonuti. U voćarstvu je metalna armatura znatno skuplja pa se rijetko upotrebljava. U vinogradarstvu se mogu koristiti metalni stupovi jer se radi o znatno nižoj stabljici i bitno drugačijoj kulturi koja prihvaća raznoliku mrežnu zaštitu. Takve plantaže ili vinograde potrebno je zaštititi od udara groma.

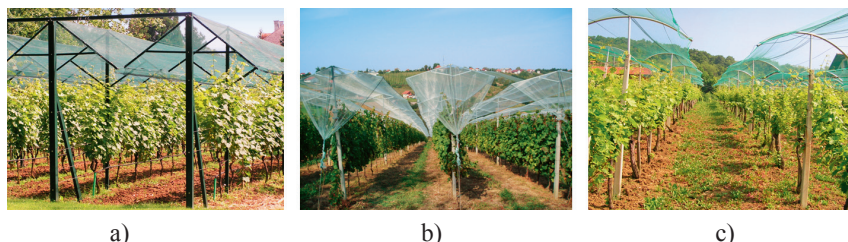
**U voćnjaku** se pletene zaštitne mreže najčešće učvršćuju na postavljenu armaturu na visini od zemlje 2,5 do 3 m. Postavljene mreže prekrivaju cijelu plantažu. Mreže se nalaze u vodoravnom položaju, spojene na sredini između dva susjedna reda stabala, sl.3. Da se mreže mogu kvalitetno postaviti, potrebno je ukopati stupove u redove stabala na razmaku 3 do 8 m. U gornjem dijelu stupovi se povežu čeličnom užadi uzduž i poprijeko. Razmak između čeličnih užadi ne smije biti prevelik. Na postavljene stupove i čeličnu užad polaže se mreža na način da je mreža iznad stabljika u najvišem položaju i postupno pada prema sredini reda gdje se spaja lako razdvojivom spojnicom s mrežom koja prekriva susjedni red stabala. Mreža mora biti kvalitetno pričvršćena za čeličnu užad. Ako je širina između redova sadnica 360 cm, a visina od zemlje do mreže

250 cm, tada je ispod mreže moguće nesmetano prolaziti raspoloživom mehanizacijom i obavljati različite radnje u voćnjaku kao što su obrezivanje, prskanje, probiranje, branje ploda i dr. Pri naletu, tuča pada po cijeloj mreži, a mreža štiti stabljiku i plod od tuče. Sraz zrna tuče i mreže je gotovo uvijek elastičan. Zrno udara u mrežu koja se u svom elastičnom području deformira i amortizira udarac zrna koje se kotrlja prema nižem dijelu mreže i pada kroz otvor između dva susjedna reda stabala ne oštećujući stabljiku ili plod. Tuča gotovo uvijek dolazi s vjetrom, koji u elastičnom dijelu pomiče mrežu pa je i zbog utjecaja vjetra sraz zrna tuče i mreže gotovo uvijek elastičan. U vodoravan položaj postavljena mreža je naj snažnije izložena djelovanju tuče. Snažna tuča često probije tako postavljenu laganiju mrežu i na tom mjestu oštećuje plod i stabljiku. Mreža oštećena tučom može se pomoću posebnih naprava na licu mjesta zakrpati. Kvalitetnije će mreže biti otporne na dugotrajno djelovanje snažne tuče.

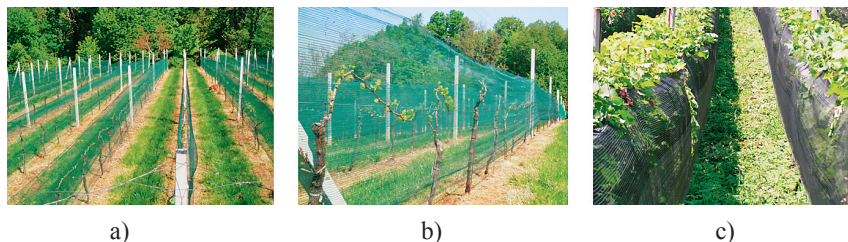
Zaštitna mreža je 10 do 20 m dulja od duljine reda. Ta duljina se podjednako raspoređuje na oba kraja reda. Pri normalnoj upotrebi krajevi mreže se skupe i zavežu za čelično užde na kraju reda. Međutim, ako je iz bilo kojih razloga potrebno, krajevi se mreže mogu otvoriti i s njima zatvoriti uzdužni ulazak u red stabala. Također je moguće zatvoriti i bočne strane plantaže. Na taj je način onemogućen ulazak životinja, insekata ili osoblja u plantažu, tj. cijelokupna se plantaža stavlja u kavez.

U vinogradarstvu se iz više razloga sve više koriste protugradne mreže. Velika je razlika u primjeni protugradnih mreža u vinogradarstvu u odnosu na voćarstvo. Vinova je loza znatno niža od stabla jabuke pa se u zaštiti vinograda primjenjuju drugi kriteriji. Vinova loza može biti visokoplodna ili niskoplodna. U kontinentalnom dijelu Hrvatske zemlja je kroz godinu često vlažna pa se grozd nalazi na visini 40 do 80 cm od zemlje. U tom položaju, uz dobro probiranje lista, grozd ima dovoljno Sunca i zraka da dozrije u kvalitetan plod. Ako je grozd bliže vlažnoj zemlji, a loza je zarasla u korov i nedovoljno je probrana, tada su stvoreni osnovni preduvjeti da se u plodu pojave različite bolesti i plijesni, što znatno utječe na kvalitetu vina. U primorskim krajevima sve se više na zemlji crnici uzgaja niskoplodna loza kod koje grozdovi gotovo leže na toploj i suhoj zemlji koja im pomaže u kvalitetnom razvijanju ploda. Za te dvije bitno različite sorte vinove loze koriste se i različite tehnike zaštitnih mreža.

U posljednje je vrijeme ljudska radna snaga preskupa za jednostavne poslove u vinogradu. Za niske plaće radnici ne žele raditi. Visoka plaća radnika u vinogradu ponekad poskupljuje cijenu vina na tržištu, čime se znatno mijenja konkurentnost. Zbog toga se nastoji mnoge poslove u vinogradu mehanizirati. Prskanje vinograda se može obavljati pod različitim uvjetima. Međutim, strojno obrezivanje se ne može obaviti ako je zaštitna mreža nad vinogradom. Ili, ako je armatura u vrhu povezana čeličnom užadi ili žicama, tada se mehanizirano obrezivanje treba prilagoditi postojećoj armaturi. Pri postavljanju zaštitnih mreža u vinograda potrebno je razmišljati i o funkcionalnom posluživanju vinograda. Niskoplodne sorte vinove loze imaju sasvim drugačiju, najčešće grmoliku konfiguraciju stabljike u vinogradu pa zahtijevaju drugačiju strojnu obradu, pri čemu se veoma teško mogu koristiti zaštitne mreže.



Sl.4 Koso i lučno postavljanje zaštitne mreže u vinograda: a) koso i fiksno postavljena mreža na čeličnoj armaturi, b) koso i mobilno postavljena mreža na betonsko-metalnoj armaturi i c) lučno razapeta mreža po betonsko-metalnoj armaturi



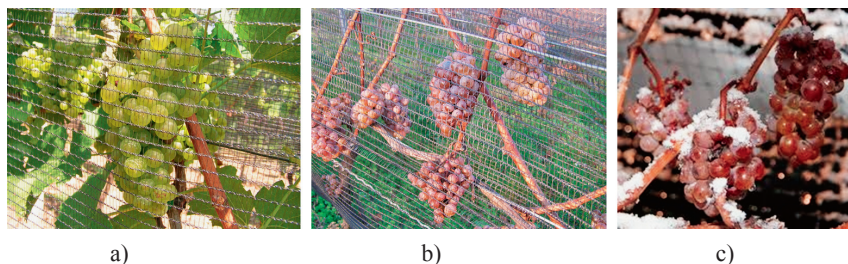
Sl.5 U vinogradu uzdužno postavljena zaštitna mreža: a) postavljena mreža u vinograd nakon obrezivanja, a) prije pojave prvih pupoljaka, b) mreža štiti prve pupoljke i c) pred berbu, položaj mreže na redu loza

Kod klasičnih vinograda gdje su čokoti složeni u redove, zaštitna se mreža postavlja na različite načine iznad redova loza. Kako je navedeno kod zaštite voćnjaka, zaštitna mreža u vodoravnom položaju je najmanje otporna na tuču. Zbog toga vinogradari koriste kose ili strelaste položaje mreža. U tom slučaju sraz zrna tuče i mreže se ne razmatra na ravnoj, već na kosoj podlozi, sl.4. Ovisno o visini investicije, armatura može biti lučna pa se i mreža postavlja lučno. U ovim je slučajevima manipulacija u vinogradu optimalna. Prskanje i branje ploda se obavlja bez većih zapreka. Međutim, strojno obrezivanje se mora prilagoditi armaturi i mreži. Istovremeno se ne može jedan red obrezivati s obje strane već se rezilice postavljaju na traktor u obliku „U“ profila, i istovremeno se vrši obrezivanje dva reda s unutrašnje strane. Vinova se loza najčešće penje i razvija do visine 2 m. Razvođenje grana se obavlja preko tri ili četiri žice. Donja žica za razvođenje grana se nalazi na visini od zemlje oko 50 cm, srednja žica na visini oko 100 cm i treća žica na visini 150 do 200 cm. Na izrazito tučnim područjima mnogi vinograda-

ri postavljaju zaštitne mreže uzduž rasta loze, odnosno spuštaju zaštitnu mrežu od gornje prema donjoj žici, sl.5. Ako je zadnja žica na visini 170 cm, tada se na nju učvršćuje jedan kraj mreže, a drugi se kraj spušta prema zemlji. U tom slučaju potrebna je visina mreže 100 do 120 cm. Tako razapeta mreža prekriva cijelu lozu i štiti je od tuče. Da se obavi optimalna fotosinteza, gornji dio mreže ne prekriva cijelu vinovu lozu. Prema potrebama, tako postavljenu mrežu moguće je povremeno pomicati gore ili dolje, ili pak otkriti jedan dio loze i donji rub mreže podići na gornji. Mreža koja slobodno pada od vrha loze prema čokotu, okomita je na zemlju i usporedna sa smjerom dolaska tuče te najbolje štiti lozu i grozd od tuče. U tom slučaju može se koristiti znatno jednostavnija i laganija konstrukcija mreže, s većim okom mreže, koja će obraniti lozu i grozd od tuče. Tako postavljena mreža se pokazala izuzetno funkcionalnom. Jednostavno se postavlja na klasičnu armaturu i dobro štiti plod i stabljiku, naročito kada tuča pada pod kutom za vrijeme većeg nevremena.

Tako postavljena mreža riješila je najveće probleme vinogradarima koji imaju ledenu berbu koja se obavlja u siječnju. Naime, u kolovozu se s polja pokupe posljednje žitarice, a u rujnu se bere grožđe. Nakon berbe grožđa na poljima ostaje malo hrane. Početkom listopada počinje opadati lišće sa stabala, a početkom studenog se pojavljuju prvi mrazovi koji donose prekretnicu u prehrani divljih životinja, a naročito ptica. Vinogradi se često nalaze na proplancima na kojima ima i šuma, a šume su staništa za ptice. Kada u poljima nestane hrane, a grožđe ostane neobrano, tj. čuva se za ledenu berbu, tada ptice od gladi za jedno poslijepodne mogu opustošiti hektar vinograda. Zbog toga vinogradari sve više koriste ovako uzdužno postavljene zaštitne mreže da štite bobice grožđa od najezde ptica kada u poljima nestane druge hrane ili kada se pojave mrazovi, sl.6. Da se zaštititi plod, zaštitna se mreže spoji na gornjem i donjem dijelu pa se gožđe nalazi u kavezu do kojeg ptice ne mogu doći. Stručnim obrezivanjem, probiranjem i povijanjem mladica vinove loze, ostave se posebne grančice na koje će se nasloniti mreže i distancirati plod od ruba mreže kako ga ptice ne bi mogle kljunom dohvatiti. Pletene zaštitne mreže su na ovaj način umnogome pomogle vinogradarima da ostvare kvalitetniju ledenu berbu i dobiju još kvalitetnije vino.

**Štete prouzročene tučom** mogu biti različite, sl.7. Ako stabljika nije zaštićena, tada manja tuča ošteti stabljiku i plod. Dodatnim prskanjem i njegom stabljike izgubi se na urodu i kvaliteti do 20 %. Veća i dugotrajnija tuča ošteti stabljiku i plod koji se ne mogu značajno sanirati prskanjem, njegom i obrezivanjem pa su urod i kvaliteta prepovoljeni. Veća, snažna i dugotrajna tuča bitno ošteti plod i stabljiku koji se ne mogu dodatnim prskanjem i njegom sanirati pa je upropašteno oko 80 % uroda. U tom je slučaju stabljika bitno oštećena pa se naredne tri godine ne može obaviti kvalitetno obrezivanje i stabljika ne donosi očekivani plod. Međutim, vrlo velika



Sl.6 Zaštitne mreže u ledenoj berbi: a) mjesec rujan - mreža štiti groz i list, b) mjesec studeni – list je opao, mreža štiti plod i c) mjesec siječanj - pred berbu na 15 °C



Sl.7 Štete prouzročene tučom: a) u voćnjaku gdje je tuča strgala 80 % jabuka, b) početak kolovoza - grane vinove loze oštećene tučom, slijedi korekcijsko obrezivanje, c) druga polovica kolovoza – tuča uništila 80 % uroda i d) početak rujna – tuča posve uništila urod i znatno oštetila stabljiku

i snažna, ponekad i kratkotrajna tuča u potpunosti uništi plod i veoma ošteti stabljiku. Tada za voćare i vinogradare nastaju najveći problemi. U većini slučajeva, jedino je pravo rješenje, ako je financijski prihvatljivo, izvaditi oštećene sadnice i zasaditi nove. To su najteže odluke, naročito ako se radi o mladom voćnjaku ili vinogradu.

Kao što je opisana primjena protugradnih mreža u voćarstvu i vinogradarstvu, tako se može obraditi i njihova primjena u različitim drugim područjima.

Godinama se kontinuirano istražuje kako zaštititi biljke, njihove plodove i materijalna dobra od tuče. Postoji nekoliko različitih metoda i rješenja. Nijedna od tih metoda nije posebno učinkovita, a time i prihvatljiva. Pored navedenih metoda koriste se i tzv. pasivne metode pri čemu se u osiguravajućim društvima osiguravaju nasadi i materijalna sredstva od udara tuče. Od svih sustava zaštite, često je vrlo prihvatljiva metoda korištenja zaštitnih mreža. Osim što mreža čuva plod i stabljiku od tuče i ne zagađuje okoliš, ona ne kontami-

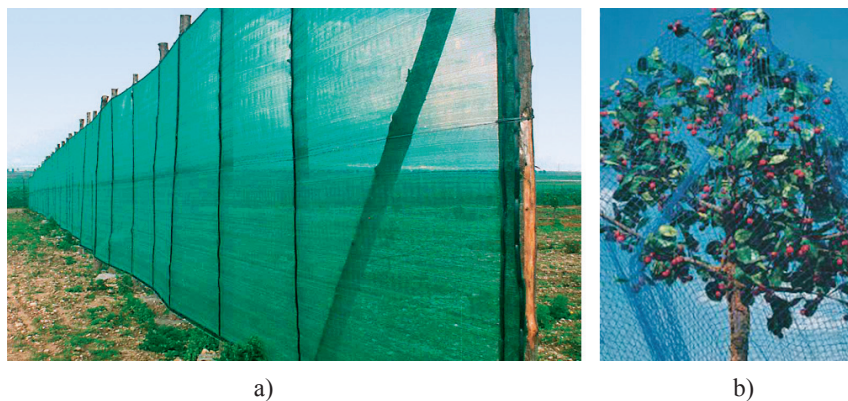
nira tlo. Vijek upotrebe mreže je sedam do deset godina.

### 3.3. Pletene mreže za zaštitu od vjetra

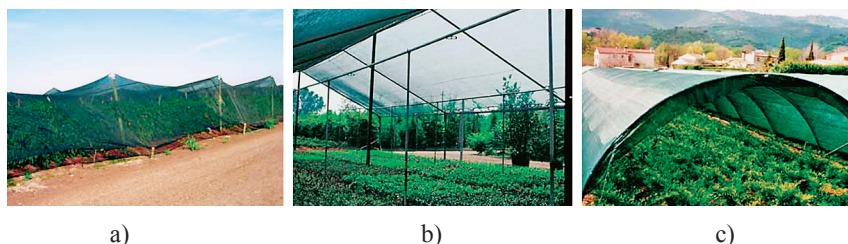
Učinak utjecaja vjetra na biljke ovisi o njegovom intenzitetu i trajanju. Umjeren vjetar je dobar za usjeve jer nosi pelud, potiče normalno isparavanje i ima pozitivan učinak na mikroklimu voćke. Međutim, jaki vjetrovi mogu uzrokovati štetu. Oni mogu izazvati dehidraciju izdanka (mladice) ili cvijeta i uzrokovati oštećenja na biljkama, kao što je trganje cvijeta i lišća, lomljenje grana, ili čak opadanje još nezrelih plodova. Za zaštitu nasada i usjeva od vjetra nekada su se sadili dugi redovi stabla čempresa, tamarisa i eukaliptusa, a danas se sve više koriste umjetni vjetrobrani, pogotovo za više vrijedne usjeve. Kao zaštita od vjetra koriste se mreže koje nisu staništa za parazite, ne zahtijevaju posebno održavanje i ne oduzimaju usjevima potrebnu vodu za navodnjavanje i hranjive tvari. Mreže se ugrađuju okomito na tlo odnosno smjer kojim pušu vjetrovi, sl.8. Zaštitne mreže (vjetrobrani) smanjit će i preusmjeriti vjetar od stabljike te očuvati plod. Veoma je složeno izabrati konstrukcijski oblik strukture mreže, armaturu i način pričvršćivanja mreže za armaturu na područjima na kojima češće pušu jaki vjetrovi. Brzine vjetra veće od 70 km/h ili oko 20 m/s zahtijevaju pomni odabir mreže i njeno pričvršćenje na armaturu. Jači naleti vjetra često trgaju mreže i odnose ih zrakom.

### 3.4. Pletene mreže za zaštitu od Sunca

Sunce je glavni čimbenik koji je uključen u proces fotosinteze i neophodan je za rast svih biljaka. Međutim, Sunce u određeno doba godine može biti preintenzivno i oduzima vlagu iz stabljike i tla. Ako se tlo ne navodnjava, stabljika se ne razvija normalno. Zbog toga posebnu pozornost valja posvetiti utjecaju Sunčeve svjetlosti na rast stabljika, naročito u rasadnicima. Da bi se smanjio inten-



Sl.8 Pletene mreže za zaštitu od vjetra: a) postavljanje mreže na rub plantaže i b) načelo individualne zaštite stabljike i ploda



Sl.9 Pletene mreže za zaštitu od Sunca: a) prekrivanje većih površina, vinograda zaštitnim mrežama, b) zaštita sjenilima višestrano otvorenih rasadnika i c) zaštita sjenilima manjih rasadnika

zitet djelovanja Sunčevih zraka na mladu stabljiku, potrebno je zaštititi rasadnike metalnim, staklenim, plastičnim ili drugim materijalima, sl.9. Takve prekrivene rasadnike potrebno je redovito održavati. Iako je težak i ne traje dugo, slamnati se krov još uvijek koristi kao mogućnost prekrivanja rasadnika u zaštiti sadnica od utjecaja Sunčeve svjetlosti. Danas se sve više koriste pletene mreže u zaštiti rasadnika i mladih sadnica od utjecaja prekomjerne Sunčeve svjetlosti. Pletene se mreže mogu izrađivati s različitim stupnjem zasjenjenja koje će se primjenjivati pri uzgoju određenih sadnica i na taj način regulirati potrebno doziranje Sunčeva svjetla na mladu stabljiku. Korištenjem pletenih mreža određenog zasjenjenja uz potrebne hranjive sastojke tla i količine vode, stabljika će se normalno razvijati. Često se izrađuju zaštitne mreže u tri stupnja zasjenjenja. Prva grupa mreža je najlaganija i ima plošnu masu oko 35 g/m<sup>2</sup> i zasjenjenje 25 do 30 %. Druga grupa mreža ima zasjenjenje 45 do 50 % i plošnu masu oko 60 g/m<sup>2</sup>. Treća

grupa mreža ima najveće zasjenjenje, koje iznosi 80 do 90 %, a time i znatno veću plošnu masu koja iznosi oko 150 g/m<sup>2</sup>. Mreže koje se koriste za zasjenjenje izrađuju se polietilenskim folijama debljine 20 do 30 μm širine 2 do 3 mm i svakako imaju UV zaštitu. Na velikim plantažama voća također se koriste mreže za zaštitu ploda od izrazite Sunčeve svjetlosti. Mreže se postavljaju, kao i protugradne, s određenim zasjenjenjem. Zadatak takve mreže je u prvom redu čuvanje ploda od opeklina Sunčeve svjetlosti.

**Sjenila** su materijali kojima se priječi dolazak Sunčeva svjetla na štice objekta. Mogu se izrađivati različitim tehnikama i tehnologijama pa mogu biti tkana, pletena, od netkanog tekstila, različitih folija, drva, metala, plastike, stakla i dr. Svim sjenilima je osnovna namjena zaštita objekta, živog bića, stabljike, ploda i dr. od djelovanja Sunčeva svjetla. Sjenila se često koriste za oblikovanje privremenih nadstrešnica pri prekrivanju balkona ili mjesta gdje ljudi borave te za prekrivanje parkirališta automobi-

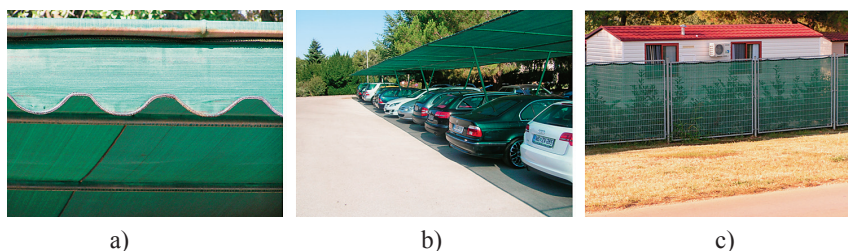


la, naročito ljeti ispred hotela, i na autoputovima, sl.10. U suvremenoj se agronomiji sjenila koriste za zaštitu rasadnika, tla, nasada s voćem i povrćem. Sjenila štite stabljiku i plod od djelovanja Sunčeva svjetla. U posljednjih se desetak godina, zbog ekonomičnosti proizvodnje, različitih područja primjene i funkcionalnosti, najviše izrađuju pletena sjenila. Poželjno je izrađivati i konfekcionirati pleteno sjenilo za poznatu namjenu. Sjenilo za natkrivanje parkirališta često ima širinu 360 cm i plošnu masu 150 do 250 g/m<sup>2</sup>. Sjenila za ograđivanje pojedinih objekata ili terena su jednake strukture, ali manje širine, npr. 160, 180, 200, 220 ili 240 cm.

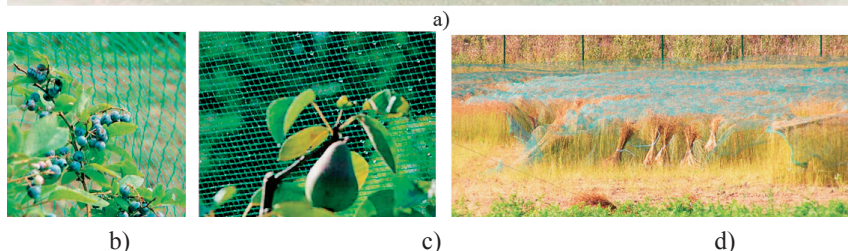
### 3.5. Pletene mreže za zaštitu od životinja

U proljeće kada mlade stabljike počnu vegetirati, njihova svježa kora veoma je omiljena hrana mnogim četveronošcima, u prvom redu zečevima i srnama. Zaštitnim mrežama mogu se zaštititi cijele plantaže da na njih ne mogu doći životinje ili se stablo svake stabljike pojedinačno zaštituje. U Australiji, pred berbu grožđa, različite životinje, ptice i pčele napadaju slatki plod. Mjesec dana prije berbe vinogradi se prekrivaju laganim zaštitnim mrežama koje se ne postavljaju na armaturu i često se ne učvršćuju klinovima u zemlju, sl.11. Skidanje mreža se obavlja pri berbi grožđa. Borovnice, smokve i kruške često su primamljiva hrana pticama, osama i pčelama. Zbog toga se prekrivaju zaštitnim mrežama. Pomno uzgajane posebne sorte žitarica za sjeme, često samo zbog novog mirisa, također su zanimljive mnogim pticama. Zbog toga se i takvi rasadnici sa sjemenskim žitaricama prekrivaju zaštitnim mrežama.

Stručnjaci iz različitih područja usklađuju zahtjeve za funkcionalnost pojedine mreže pa se mnoge mreže ciljano izrađuju za pojedine namjene. Kad se mreža postavi kao zaštita nad stabljiku ili objekt, ona ih štiti od više vanjskih utjecaja. Ako je mreža na-



Sl.10 Područja primjene pletenih sjenila: a) nadstrešnice nad balkonima, b) natkrivanje parkirališta i c) ograda oko objekta



Sl.11 Pletene mreže za zaštitu od životinja: a) u Australiji zaštita vinove loze pred berbu od niskih životinja i pčela, b) zaštita ploda borovnice od ptica, c) zaštita krušaka od ptica i d) zaštita sjemenskih žitarica od ptica

mijenjena za zaštitu voćnjaka od tuče, ona će u prvom redu obavljati tu funkciju. Međutim, mreža će također u određenoj mjeri štiti stabljiku i plod od ranog mraza, Sunca, vjetra, ptica, životinja i dr. Ima mnogo slučajeva postavljanja protugradnih mreža gdje u toj sezoni nije uopće bilo tuče, a mreža je štiti plantažu ili objekt od drugih, često neplaniranih nepogoda poput Sunca, ptica ili vjetra. Mnoge se mreže mogu nabaviti u slobodnoj trgovini. Kupci često nemaju izbora pa jednu mrežu, već prema potrebi koriste na prikladnim armaturama za različite namjene.

## 4. Zaključak

U suvremenim tehnološkim i društvenim procesima nastoji se gospodariti sa što manje grešaka uz postizanje

veće kvalitete života. Prema mnogim sociološkim i medicinskim analizama, način i kvaliteta prehrane te opterećenje čovjeka u svakodnevnom životu bitno utječu na zdravlje, a time i na radnu sposobnost i radost u životu čovjeka. Zdrava prehrana osnovni je preduvjet normalnog funkcioniranja ljudskog organizma. Veoma se često zaštitnim mrežama bitno utječe na dobivanje kvalitetnijeg voća i povrća te sokova napravljenog iz njega. Proizvođači vina sve više koriste zaštitne mreže radi dobivanja kvalitetnijeg vina. Zaštitna mreža štiti stabljiku, plod ili objekt od vanjskih nepogoda, pri čemu se u osnovi povećava urod i kvaliteta proizvoda. Zaštita ljudskog tijela od UV zračenja je primarni zadatak čovječanstva jer se pojavljuje sve više različitih teških

bolesti uzrokovanih UV zračenjem. Zaštitne mreže i sjenila u svakom slučaju pomažu razvitku kvalitetnijeg načina života.

#### Literatura:

- [1] Vrljičak Z., M. Srdjak: Pletene zaštitne mreže, *Tekstil* 53 (2004.) 1, 25-29
- [2] www.arrigoni.it; 22.II.2012.
- [3] Počakal D., Ž. Večenaj, J. Štalec: Hail characteristics of different regions in continental part of Croatia based on influence of orography, *Atmospheric Research* 93 (2009) 1/3, 516-525
- [4] www.mfin.hr/hr/zastita-od-elemen-tarnih-nepogoda; 21.XII. 2011.
- [5] www.meteo.hr/; 19.II.2012.
- [6] www.obrana-od-tuce.hr; 22.II.2012.
- [7] www.agroklub.com; 22.II.2012.
- [8] www.poslovniforum.hr; 24.II.2012.
- [9] www.karatzis.gr; 12.I.2012.
- [10] Vrljičak Z., K. Hajdarović: Mreže za zaštitu voća i povrća od tuče, 6. International Scientific Conference on Production Engineering, RIM 2007, University of Bihać, Faculty of Technical Engineering, Bihać; Plitvice Lakes, October 24-26, 2007, 231-232
- [11] Vrljičak Z.: Properties of knitted nets for fruit and vegetable protection against hail, 44. Congress of the IFKT, 23-27. September 2008, St. Petersburg, Russia
- [12] www.frustrar.com; 24.II.2012.
- [13] www.gebr-wunderlich.de; 24.II.2012.
- [14] www.tvornicamreza.hr; 24.II.2012.
- [15] Vrljičak Z., J. Hađina: Konstrukcijski oblici mreža za zaštitu vinograda od tuče, 2. znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 23. siječnja 2009., str. 123-128

## SUMMARY

### Knitted netting to protect fruits and vegetables from hail and other natural disasters

*Z. Vrljičak, J. Hađina, K. Krstović*

Protection nets are made using knitting and weaving techniques, and sometimes also other techniques. Various applications of protection nets, in particular knitted protection nets that protect the stem, fruit or object from hail, then from the sun, wind, animals, etc., are presented. In this paper special attention is given to anti-hail nets that are mounted over fruit plantations or in various other ways in vineyards to protect vines from hail or bird invasion in case of ice wine harvest. Collisions of hail with a hard and elastic substrate are described, and procedures and techniques to break up hail in the air are presented. Every year the Republic of Croatia officially registers all the natural disasters and assess damage individually. Over the last ten years hail on average caused damage worth around 45 million EUR or 35 % of the total damage caused by the natural disasters in Croatia. Construction forms of protection nets knitted on warp knitting machines with two or three groups of warp threads are specified. In addition to protection nets, information is given about the shades that protect facilities, personnel or animals during extreme heat, especially nurseries with young stems.

**Key words:** protection, netting, knitted fabric, polyethylene, monofilament, hail, Sun, animals

*University of Zagreb,*

*Faculty of Textile Technology*

*Zagreb, Croatia*

*e-mail: zlatko.vrljicak@tft.hr*

*Received March 27, 2012*

### Gestrickte Netze zum Schutz von Obst und Gemüse vor Hagel und anderen Naturgewalten

Schutznetze werden unter Verwendung des Webens und Strickens, manchmal auch anhand von anderen Techniken, hergestellt. Verschiedene Anwendungen von Schutznetzen, insbesondere gestrickten Schutznetzen, die Stängel, Früchte oder Bauobjekte vor Hagel, auch vor der Sonne, dem Wind, den Tieren, usw. schützen, werden dargestellt. In dieser Arbeit wird speziell eingegangen auf Hagelschutznetze, die über Obstplantagen oder auf viele andere Arten in den Weinbergen angebracht werden, um Weinreben vor Hagel- oder Vogelinvasion während der Eisweinlese zu schützen. Zusammenstöße des Hagels mit einem schweren und elastischen Substrat sind beschrieben, und die Verfahren und Techniken, um Hagel in der Luft aufzulösen, sind dargestellt. Jedes Jahr registriert die Republik Kroatien offiziell alle Naturkatastrophen und setzt Schäden einzeln fest. In den letzten zehn Jahren verursachte Hagel Schadenwert von 45 Mil. EUR oder 35 % des Gesamtschadens im Durchschnitt, der durch Naturgewalten in Kroatien verursacht wurde. Bauformen von Schutznetzen, die auf Kettenwirkmaschinen mit zwei oder drei Gruppen von Kettfäden hergestellt werden, werden aufgeführt. Zusätzlich zu den Schutznetzen werden Informationen über Schirme zum Schutz von Anlagen, Menschen oder Tieren während der extremen Hitze gegeben, besonders in Pflanzschulen mit jungen Stängeln.