Vertikalne farme

Anetić, Zvonimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:385977

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Zvonimir Anetić
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo
Smjer Ratarstvo

Vertikalne farme

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Zvonimir Anetić
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo
Smjer Ratarstvo

Vertikalne farme

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:
1. Josipa Puškarić, mag.ing.agr., mentor
2. prof.dr.sc. Mirjana Brmež, član
3. izv.prof.dr.sc. Jelena Ilić, član

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Završni rad

Zvonimir Anetić

Vertikalne farme

Sažetak: Vertikalne farme su rješenje za prehranu sve većeg broja stanovništva. Također riješenje nedostatka zelenila u urbanim gradovima je u zelenim fasadama i zelenim zidovima. Vertikalno vrtlarstvo sadrži niz prednosti kako u proizvodnji hrane tako i u uređenju okoline, kao što su ekonomska i energetska ušteda te najveća prednost, ušteda prostora. U ovom radu su opisane vrste vertikalnih farmi u urbanim sredinama te bitni koraci u uzgoju povrća u obliku vertikalnih farmi. U radu su navedeni načini i principi zaštita biljaka u uzgoju povrća. Vertikalno vrtlarstvo treba imati puno veći značaj u poljoprivredi.

Ključne riječi: Vertikalne farme, vrtovi, zaštita

26 stranica, 1 tablica, 17 slika, 31 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobriotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriobiotechnical sciences Osijek
Professional study Plant production

Final work

Zvonimir Anetić

Vertical gardens

Summary: Vertical gardens are the solution to the nutrition of an increasing number of population. Also solving the lack of greenery in urban towns is in using green facades and green walls. Vertical gardening contains a number of advantages both in food production and in the environment, such as economic and energy savings and the greatest advantage, saving space. In this paper I have described types of vertical gardens in urban environments and the important steps in growing vegetables in the form of vertical gardens. The paper outlines the ways and principles of plant protection in growing vegetables. Vertical gardening should have a much greater significance in agriculture.

Key words: Vertical gardens, gardens, protection

26 pages, 1 table, 17 figures, 31 references

Final work is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek.

SADRŽAJ

1. UVOD.....1

1.1. Ekološke i ekonomske prednosti vertikalnih farmi.....2

1.2. Nedostaci vertikalnih farmi.....2

1.3. Ciljevi istraživanja.....2

2. URBANE VERTIKALNE FARME.....3

2.1. Povijest vertikalnih farmi.....3

2.2. Budućnost vertikalnih farmi.....4

2.3. Vrste urbanih zelenih zidova.....5

2.3.1. Zelene fasade.....5

2.3.2. Živi zidovi.....8

2.4. Vertikalne farme u svijetu.....10

3. UZGOJ POVRĆA U OBLIKU VERTIKALNIH FARMI.....14

3.1. Odabir mjesta i priprema tla.....14

3.2. Konstrukcije vertikalnih farmi.....15

3.2.1. Rešetke.....15

3.2.2. Vrtni lukovi.....16

3.2.3. Sjenice.....16

3.3. Posude za presadnice.....16

3.4. Gnojidba.....17

3.5. Početak sjetve/sadnje i reprodukcija.....18

3.6 Zaštita od bolesti.....18

3.7. Zaštita od štetnika.....19

3.8. Zaštita od korova.....20

3.9. Navodnjavanje vertikalnih farmi.....20

3.10. Biljke za uzgoj u vertikalnim farmama.....22

4. ZAKLJUČAK.....24

5. POPIS LITERATURE.....25

1. UVOD

Vertikalne farme omogućuju biljkama rast u vrlo malim prostorima, kao što su mjesta u gradova gdje zemlja nije lako dostupna. Takve farme su alternativna metoda za vrtlarstvo zbog mogućnosti širenja opsega uzgoja biljaka uzgajajući ih u vertikalnim prostorima. Intenzivna urbanizacija nije ostavila gotovo nikakav horizontalni prostor za vanjske gradske vrtove, te su vertikalne farme poželjne jer horizontalno smanjuju površinu koju zauzimaju biljke rastući prema gore. Konvencionalne metode vrtlarstva koriste ogromne površine zemljišta i nisu moguća u gusto naseljenim urbanim područjima, dok je vertikalno vrtlarstvo dobar način za maksimalno korištenje zemljišta, za uzgajanje vrta u vrlo uskim područjima ili održavanje vrta na mjestima kao što su balkoni.

Vertikalna farma naziv je koji se koristi za označavanje svih oblika zidnih površina prekrivenih biljnim materijalom. Vertikalne farme nisu samo iznimno lijepe, nego i korisne u oživljavanju ambijenta. Zeleni zidovi mogu apsorbirati ugljikov dioksid (CO_2) iz zraka, smanjiti unutarnju i vanjsku temperaturu, osigurati zdraviju kvalitetu zraka u zatvorenom prostoru, kao i uljepšati prostor. Neke biljke mogu rasti na zidovima ukorjenjujući se u samom zidu. No, druge su vrste prirodno prilagođene penjanju i prelaženju prepreka kao što su stijene, drveće i grmlje. Da bi biljke uspješno rasle na zidovima i zgradama, obično je bitna neka vrsta potporne strukture. Poslovi poput plijevljenja, navodnjavanja, gnojidbe i kontrole štetnika i bolesti znatno su smanjeni, dok su prinosi povećani, osobito s povrćem poput graha i rajčica.

Izgradnja vertikalnih vrtova preporučuje se u interijerima te posebno u eksterijeru zgrada. Primjenom ovih tehnologija, bilo koja vrsta prostora može se iskoristiti u svom maksimalnom kapacitetu, dobivajući lijep izgled koji je blagotvoran za okoliš i ljudsko zdravlje.

1.1. Ekološke i ekonomske prednosti vertikalnih farmi

Zelene površine vertikalnih farmi vlaže i osvježavaju zrak, povoljno utječu na mikroklimu grada i kvalitetu života u urbanim prostorima. Osim mikroklimatskog, zelene površine vertikalnih farmi imaju i pozitivan energetski učinak, snižavajući temperaturu ljeti i štedeći energiju zimi, što utječe na troškove grijanja i hlađenja, odnosno klimatizaciju objekta. Bilo da se radi o horizontalnim krovnim ili vertikalnim zidnim površinama prekrivenim biljnim materijalom, one uvelike utječu na pročišćavanje zraka, odnosno prašine i ostalih štetnih

tvari, a imaju i znatan utjecaj na reduciranje buke. Povećanjem zelenih površina u urbanom okruženju pridonosi se očuvanju bioraznolikosti, a povoljan utjecaj na fizičko i psihičko zdravlje čovjeka najvrjedniji je doprinos zelenih krovova i zidova gradskoj sredini.

Osim toga, prednosti vertikalnih farmi u zatvorenom prostoru je proizvodnja u kontroliranim klimatskim uvjetima, mogućnost automatizacije, efikasnost, cjelogodišnja proizvodnja kao i u predviđanju prinosa koji su sigurniji nego na polju. Velika ekonomska prednost je u nižim troškovima radne snage, maloj potrošnji vode odnosno višestruko iskorištavanje vode, lokalnoj proizvodnji u vidu nižih troškova transporta i uzgoj bez pesticida.

Vertikalne farme na otvorenom predstavljaju pomak prema održivom razvoju krajobrazne i urbane arhitekture, dok u širem smislu čini dio ekološkog krajolika, povezujući parkove i izgrađene površine u jedinstvenu cjelinu grada (www.mojvrt.eu).

1.2. Nedostaci vertikalnih farmi

Uz ogromne prednosti vertikalnih farmi, postoji i nekoliko nedostataka kao što je činjenica da se biljke brzo isušuju na vanjskim prostorima. Osim toga, teže je uzgojiti veće biljke koje s vremenom treba zamijeniti novim sadnicama. Prilikom nabave biljaka treba se držati određenih pravila koja ne ovise samo o osobnom ukusu, nego i o skupinama biljaka koje će tvoriti vertikalni vrt zbog različitih zahtjeva za količinu vode i osvjetljenja. Također treba paziti da se biljke mogu nesmetano zalijevati i da imaju primjerenu drenažu kako se voda ne bi nakupljala u korijenu, a podloga na koju se stavlja vertikalna farma mora biti čvrsta. Veliki nedostatak vertikalnih farmi je u njihovoj cijeni.

1.3. Cilj rada

Cilj ovog završnog rada je obrazložiti značenje vertikalne poljoprivrede, te opisati prednosti, nedostatke, načine uzgoja, tipove vertikalnih vrtova i zaštitu biljaka.

2. URBANI VERTIKALNE FARME

2.1. Povijest vertikalnih farmi

Povijest vertikalnih farmi seže još od starog Egipta, 3000 godina prije Krista. Naravno, u to su vrijeme ljudi cijenili privatnost i zaštitu od vrućeg sunca, koja je postignuta s kamenim zidovima i vrtnim paviljonima, potpomognuti stupovima i obrasli smokvama, žižulom, vinovom lozom, korovima, mimozama, bršljanom, ružama, perunikama, narcisima, lovorom itd. Legendarni viseći vrtovi u zapisima o Babilonu smatraju se jednim od sedam čuda drevnog svijeta, iako nisu pronađeni konkretni arheološki dokazi o njihovom postojanju na području nekadašnjeg grada, pretpostavlja se da su zapravo postojali oko 600 godina prije Krista, 500 kilometara sjeverno od Babilona, u Ninivi (gogreen1st.wordpress.com).

S tehnološkim napretkom, naročito početkom 19. stoljeća, olakšava se jednostavnija i brža izgradnja velikih objekata, koja se također koristila za botaničke svrhe (staklene zelene grede, veći kompleksi za uzgoj biljaka i sl.). Sredinom 19. stoljeća, uz razvoj masovne proizvodnje i sustava specijaliziranih strojeva omogućena je izgradnja modularnih konstrukcija. Godine 1989. arhitekt Kenneth Yeang zamislio je višenamjensku zgradu koja se suptilno sjedinjuje s okolnim zelenilom, koja nadvladava i raste u živu strukturu. Takav pristup vertikalnom uzgoju biljaka temelji se na individualnoj i zajedničkoj održivoj uporabi prirodnih resursa iz masovne proizvodnje i distribucije. Umjesto hermetički zatvorene masovne poljoprivredne proizvodnje Yeang zagovara vanjsku proizvodnju i uzgoj biljaka, uključujući voće i povrće, na otvorenom, unutra i na površini stambenih zgrada. Koncept eko-konstrukcije uspješno su proveli njegovi suradnici po čitavom svijetu.

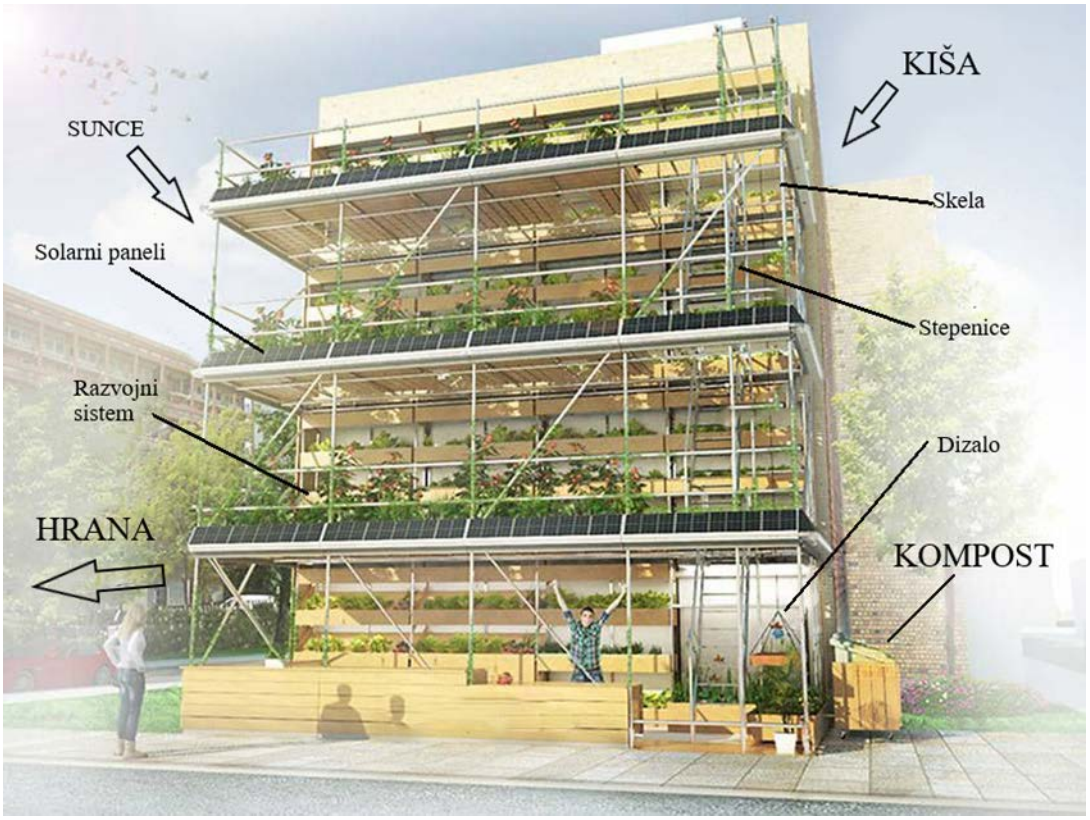
Početkom devedesetih, na američkom tržištu pojavljuju se mrežni sustavi kabela i ploča za zelenu fasadu te modularnih rešetki od različitih materijala za vertikalne vrtove i zelene zidove.

Popularizacija i modernizacija zelenih zidova od kraja 1980-ih pripisuje se francuskom botaničaru Patricku Blancu zbog izgradnje metalnih okvira, PVC panela, filca i kapilarnih automatskih sustava navodnjavanja korištenih kod većih vertikalnih površina raznih galerija, muzeja, trgovačkih centara, hotela i poslovnih objekata širom svijeta (gogreen1st.wordpress.com).

2.2. Budućnost vertikalnih farmi

Raspoloživo zemljište za uzgoj poljoprivrednih kulutra brzo nestaje diljem svijeta dok populacija ljudi na Zemlji i dalje raste. Danas na planeti Zemlji ima dvostruko više ljudi nego što ih je bilo 1970. godine. S povećanjem stanovništva očekuje se da će do 2050. godine broj stanovnika doseći devet milijardi. Kako stanovništvo svijeta raste, sve je manje zemljišta za poljoprivredu.

Napredak u znanju o biljkama, poboljšanim tehnikama, modernim alatima i opremi u kombinaciji s boljom poljoprivrednom praksom doveli su do povećanja proizvodnje s većim prinosima nego u bilo kojem trenutku ljudske povijesti. Korištenjem čiste tehnologije kao što su solarni paneli i geotermalna energija, operativni troškovi za urbane poljoprivrednike samo će se smanjiti u nadolazećim godinama.



Slika 1. Primjer urbane vertikalne farme
(Izvor: http://www.greenbelly.org/)

Procijenjeno je da bi zgrada od 30 katova mogla proizvesti prinos jednak onom horizontalne farme od 2400 hektara. Vertikalni uzgoj (Slika 1.) je superiorna metoda u usporedbi s negativnim utjecajem koji tradicionalna poljoprivreda ostavlja na okoliš.

2.3. Vrste urbanih zelenih zidova

Zeleni zidovi se dijele na dvije osnovne kategorije: zelene fasade i živi zidovi.

2.3.1. Zelene fasade

Zelene fasade sastoje se od biljaka penjačica koje imaju korijenje u posudama na zidu specijalno napravljenim za njih, ili jednostavno rastu iz tla. Puzajuće su ili se penju po specijalnoj konstrukciji koja je sastavljena na zidu (najčešće mreža od inox užadi i nosača), a koja točno odgovara odabranoj biljnoj vrsti. S obzirom na izabrane biljke i klimatske uvjete potrebno je nekoliko sezona da fasada dobije konačni oblik, ali promjenjivost pridaje kvaliteti ovih fasada jer one stalno izgledaju drugačije (slika 2.).



Slika 2. Zelena fasada
(Izvor: https://horizontilefacades.com)

Zelenilo na fasadama apsorbira uličnu buku, a odlično je rješenje u krajevima gdje su česti grafiti jer zelenilo na zgradi onemogućava ovaj tip ulične umjetnosti. Vegetacija pomaže i u borbi protiv vremenskih nepogoda, štiteći fasadu od kiše i sunca, dok lišće umanjuje brzinu vjetra. Biljke isparavanjem hlade zgradu, pa su odličan izbor za gradove sa vrelim ljetima. Osim toga, smanjuju količinu ugljikova dioksida u zraku, dok lišće zadržava sitne čestice prašine koje inače udišemo, pa tako ove fasade doprinose javnom zdravlju. Ovaj tip ukrašavanja se ne preporučuje za zgrade koje su oštećene jer se transpiracijom biljaka dodatno može povećati problem visoke vlažnosti u zgradi (Massingham, 2011.).

Zelene fasade se dijele na: modularni sustav panela te na mrežne i žičane sustave.

Modularni sustav panela

Osnova modularnog sustava panela je kruta, lagana, trodimenzionalna ploča, izrađena od pocinčane i zavarene čelične žice obložene prahom, koja podržava biljke mrežom panela (slika 3.). Ovaj sustav je dizajniran da može držati zelenu fasadu na površini zida tako da biljni materijali ne budu pričvršćeni za zgradu. Osigurava "uzgojnu" okolinu za uzgoj biljke s višestrukim osloncima za vitice i pomaže u održavanju integriteta zgrade. Ploče se mogu složiti i spojiti tako da pokrivaju velike površine ili se formiraju u razne oblike i krivulje, izrađene su od recikliranog čelika te se mogu ponovo reciklirati. Budući da su ploče krute, mogu se rasporediti između konstrukcija, a mogu se koristiti i za samostojeće zelene zidove (Massingham, 2011.).

Prednosti ovog sustava su mogućnost mijenjanja veličine mreže, modularna konstrukcija, jednostavna instalacija te izdržljivost panela.



Slika 3. Modularni sustav panela
(Izvor: https://www.tournesol.com)

Mrežni i žičani sustavi

Mrežni i živčani sustavi se izdrađuju pomoću mreža i žica. Mreže se koriste na zelenim fasadama koje su dizajnirane kako bi podržale brzo rastuće penjačice s gustim lišćem. Žičane mreže često se koriste kako bi podržale sporije rastuće biljke kojima je potrebna dodatna podrška koju ti sustavi pružaju. Oba sustava koriste čelične kabele visoke čvrstoće s dodatnom opremom. Različite veličine i uzorci mogu se primijeniti jer su fleksibilne vertikalne i horizontalne žičane užadi povezane križnim stezaljkama (slika 4. i 5.) (Massingham, 2011.)



Slika 4. Mrežni i žičani sustav, „MFO park“ u Švicarskoj
(Izvor: https://www.zuerich.com)



Slika 5. Mrežni i žičani sustav, „Ex Ducati“ u Italiji
(Izvor: https://www.archdaily.com)

2.3.2. Živi zidovi

Živi zidovi (slika 6.) su potpuno suvremeni izum i sastoje se od konstrukcije koja je spojena na zid i koja sadrži hranjivi supstrat, biljku i sustav za navodnjavanje i ishranu biljaka. Cijela površina podijeljena je na puno manjih dijelova koji se mogu montirati kad su sadnice u već izrasloj fazi. Vrijeme potrebno da cijeli zid poprimi konačan izgled je puno kraće, a ponekad i trenutno ako su segmenti prethodno uzgojeni i tako gotovi montirani. Ovi paneli mogu biti izrađeni od plastike, ekspandiranog polistirena, sintetičkih tkanina, gline, metala i betona te podržavaju veliku raznolikost i gustoću biljnih vrsta. Zbog svoje raznolikosti i gustoće vegetacije, živim zidovima potrebna je veća zaštita od zelenih fasada. Ovaj sustav podržava razne biljne vrste, kao što je mješavina vegetacije višegodišnjih cvjetova, niskog grmlja, paprati itd. (Massingham, 2011.).



Slika 6. Živi zid, „Semiahmoo Library“ u Kanadi
(Izvor: https://www.intechopen.com)

Živi zidovi se dobro ponašaju u različitim klimatskim uvjetima. Međutim, izbor biljnih vrsta može se prilagoditi prevladavajućim klimatskim uvjetima, kako bi se olakšalo održavanje sustava. Općenito se koristi automatizirani sustav navodnjavanja i prihrane, kako bi se olakšalo održavanje živih zidova.

Živi zidovi se dijele na: pejzažne i zelene zidove.

Pejzažni zidovi

„Stijene“ krajolika obično su nagnute i imaju primarnu funkciju smanjenja buke i stabilizacije nagiba. Obično su strukturirani od slaganja materijala izrađenog od plastike ili betona s prostorom za uzgoj biljaka.

Zeleni zidovi

„Mur végétal “ je jedinstveni oblik zelenog zida koji je uveo Patrick Blanc, čime je omogućio stvaranje živahih i složenih instalacija u gotovo svakom većem gradu u cijelom svijetu. Na nosivom zidu ili konstrukciji postavljen je metalni okvir koji podupire PVC ploču debljine 10 milimetara, na kojoj su spojana dva sloja poliamidnog filca debljine 3 milimetra. Ovi slojevi oponašaju mahovinu koja raste na liticama i podupire korijenje mnogih biljaka. Mreža cijevi kontroliranih ventilima osigurava hranjivu otopinu koja sadrži otopljene minerale potrebne za rast biljaka. Korijeni biljaka uzimaju hranjive tvari koje su im potrebne, a višak vode skuplja se na dnu zida žlijebom prije nego što se ponovno uvede u mrežu cijevi jer sustav radi kao zatvoreni krug. Njegovo djelo u kojem se nalazi 237 različitih biljnih vrsta, 'Oaza Aboukir' u Parizu (slika 7.), privukla je najveću pažnju. (agritech.tnau.ac.in.) To je zeleni zid visine 25 metara koji se prostire na 5 katova i nudi organsku alternativu za prethodno praznu betonsku fasadu (Massingham, 2011.).



Slika 7. „Oaza Aboukir“ u Parizu
(Izvor: https://www.pinterest.com)

2.4. Vertikalne farme u svijetu

Desetljećima se vertikalne farme, koje uzgajaju povrće i cvijeće u zatvorenom prostoru, nude kao rješenje za povećane potražnje hrane u rastućim svjetskim gradovima. No, problem takvih zgrada može biti stvaranje prirodnih uvjeta za rast kao što su nude kiša, tlo i sunce po cijeni koja usjev čini konkurentnim konvencionalnoj poljoprivredi. Neke tvrtke kao što je „Spread“ u Japanu su među nekolicinom komercijalnih tvrtki koje tvrde da su riješile taj problem pomoću robotike, tehnologije i iskorištenja prostora.

Tvrtka „Spread “ je izgradila najveću svjetsku tvornicu povrća na svijetu (slika 8.) s ciljem postizanja tehnološki jeftine poljoprivrede. Uzgajaju više od 30 000 biljaka salate dnevno na stalcima pod prilagođenim LED svjetlima. Zatvorena prostorija štiti povrće od štetočina, bolesti i prljavštine. Temperatura i vlaga su optimizirani za brzi rast biljaka koje roboti prihranjuju, njeguju i beru. Cilj im je bez izlaganja biljaka vremenskim uvjetima proizvesti jeftino organsko povrće, ublažiti utjecaj klimatskih promjena te proizvesti veliku količinu povrća dobre kvalitete za prodaju po fiksnoj cijeni tijekom cijele godine, bez upotrebe pesticida. Tvrtka je 2016. osvojila nagradu „Edison“ za svoj sustav vertikalnog uzgoja (https://www.bloomberg.com/).



Slika 8. Unutar vertikalne farme u Kameoki, Japan
(Izvor: https://www.bloomberg.com/)

Ekstremni vremenski uvjeti i klimatske promjene, glavni negativni čimbenici tradicionalne poljoprivrede, čine vertikalne farme konkurentnijima. U Japanu vruće ljeto s jakim kišama, tajfunimam i poplavama utječe na cijene salate u supermarketima, te su cijene salate 2018. Godine porasle više nego dvostruko od cijene po kojoj tvtka „Spread“ prodaje svoje proizvode.

Klimatske promjene utječu na proizvodnju hrane gotovo svugdje, a ekonomija uzgoja i prodaje proizvoda utječe na svu populaciju diljem svijeta.

Jedan od najvećih izazova prihvaćanju vertikalnih farmi je porast iznimno velikih staklenika izvan gradova koji koriste sličnu tehnologiju, te uzgajaju velike količine rajčica, paprika i krastavaca godišnje pod staklom. Iako je za uzgoj u staklenicima potrebno više zemlje, koriste prirodno sunčevo svjetlo, smanjujući troškove električne energije.

No, tvrtke za uzgoj vertikalnih farmi kao što je Spread ciljaju zemlje u kojima je svježe povrće nemoguće proizvesti zbog nedostatka vode, ekstremno niskih temperatura ili drugih prirodnih uvjeta te je njihov cilj pružiti infrastrukturu za proizvodnju povrća bilo kome, bilo gdje u svijetu (https://www.bloomberg.com/).

U Linköpingu, u Švedskoj je 2012. nastala ideja o novoj vrsti staklenika za vertikalni uzgoj biljaka (slika 9.) kao tvornica švedske čiste tehnologije koja pametno koristi zagrijavanje atmosfere i nastali CO_2 iz industrije.

Staklenik je dizajniran za vertikalnu proizvodnju povrća u urbanim područjima u suradnji s nekoliko partnera koji planiraju razviti integrirana rješenja za energiju, višak topline, otpad, CO_2 i vodu.

Takve vertikalne farme su funkcionalna održiva rješenja za rastuće gradove današnjice i budućnosti jer se u gradovima može uzgajati hrana na pametan način, koristeći posebne uvjete grada te smanjujući troškove transporta i emisiju plinova. Ovaj pristup integrira farmu s gradom, štedi novac i štiti okoliš. Takava farma je i nova znamenitost u kojoj mogu uživati urbano stanovništvo. Ta vertikalna farma je 16-metara visoka zgrada koja može prehraniti 5000 ljudi, te bi trebala biti najkasnije otvorena do 2020. godine (http://www.plantagon.com).



Slika 9. „World Food Building“ u Linköpingu, Švedska
(Izvor: http://www.plantagon.com)

U državi Singapur, u vertikalnoj farmi „Sky Greens“ (slika 10.) zasijano je prvo sjeme 2012. godine i danas proizvode do 10 tona lisnatog povrća svaki dan što je spas za otok kojem nedostaje zelene površine.



Slika 10. Vertikalna farma „Sky Greens“, Singapur
(Izvor: http://skygreens.com/)

Vertikalna farma „Green Spirit Farms“, u Michiganu, u SAD-u (slika 11.) je još jedan primjer takvih farmi koja je nastala kao odgovor jedne obitelji agronoma zbog problema sa sušom koja se pojavila u SAD-u. Obitelj je odlučila da će njihova obiteljska poljoprivredna imanja biti drugačija te ova vertikalna farma ne ovisi o vremenu. Očuvanje vode je

svakodnevna preokupacija na farmi, a poljoprivredno gospodarstvo od osam hektara sada proizvodi hranu koristeći 98 % manje vode u odnosu na konvencionalni uzgoj (greenspiritfarms.com).



Slika 11. „Green Spirit Farms“, u Michiganu, SAD
(Izvor: greenspiritfarms.com)

Sigurnost hrane sve je veći problem na Bliskom istoku. Opskrba vodom i plodnom zemljom u tim sušnim, pustinjskim zemljama ograničena je, a te zemlje oslanjaju se na uvoz od 80 % hrane koju konzumiraju. Prva komercijalna vertikalna farma na Bliskom Istoku, „Badia Farms“, u Dubaiu, UAE (slika 12.), otvorena je početkom 2018. godine. Nudi održivo rješenje za uzgoj u pustinji, biljke su uzgajane pod LED svjetlima, a koriste 90 posto manje nego u konvencionalnoj proizvodnji (badiafarms.com).



Slika 12. „Badia Farms“, u Dubaiu, UAE
(Izvor: badiafarms.com)

3. UZGOJ POVRĆA U OBLIKU VERTIKALNIH VRTOVA

3.1. Odabir mjesta i priprema tla

Dobro tlo je temelj uspjeha u vertikalnom vrtu. Tlo ne samo da učvršćuje biljke, ono također pruža sve hranjive tvari potrebne za veliki prinos povrća, voća i cvijeća. Dodavanjem komposta ili organskih gnojiva, tlo se može obogatiti hranjivim tvarima potrebnim za vrhunski rast. Jedna od najvećih prednosti vertikalnog vrtlarstva je korištenje manje tla i vrtnog prostora za uzgoj željenih biljaka.

Vertikalno vrtlarstvo nudi širok raspon izbora pri odabiru lokacije. Nakon odluke koje biljke uzgajati može se odabrati bilo koje mjesto koje je prikladno za samostojeće oslonce ili zidne nosače. Zahtjevi vezani za tlo su u osnovi isti za sve vrste vertikalnog uzgoja. Mjesto odabira mora dobro odvoditi suvišnu vodu, mora osigurati najmanje 6 sati izravnog sunčevog svjetla dnevno za biljke koje vole sunce, kao što su rajčice i grah, zemlja ne smije biti previše alkalna ili previše kisela itd.

Za testiranje drenaže na odabranom mjestu, potrebno je iskopati rupu 15 x 15 cm i sipati u rupu kantu vode. Ako se u rupi nakon nekoliko sati zadržava voda, onda je to mjesto loše drenaže.

Intenzitet svjetla igra jako važnu ulogu u rastu i razvoju biljaka. Iako se za većinu povrća preporučuje najmanje 6 sati izravnog sunčevog svjetla, najvažniji su rano jutarnje sunčevo svjetlo i sunčeva svjetlost u podne. Podnevna sunčeva svjetlost posebno je važna za usjeve poput rajčice i paprike. Ako je mjesto zasjenjeno visokom zgradom, moguće je poboljšati količinu svjetla bojanjem obližnjeg zida bijelom bojom te postavljanjem ogledala, osobito u malim gradskim vrtovima, koja pomažu u reflektiranju ili usmjeravanju svjetla na određeno mjesto (Fell, 2011.).

Tekstura tla može se odrediti uzimanjem šake tla na suhom, sunčanom danu koje se zatim stiska u ruci. Ako se stisnuto tlo skuplja u grudu i ne raspada to je glineno tlo, ako tlo pritisnemo i raspadne se, tlo je vjerojatno ilovača (mješavina čestica gline i pijeska te organske tvari). Ako se tlo lako raspada u ruci onda je to pjeskovito tlo.

Glina ima tendenciju vezati hranjive tvari i može spriječiti prodor korijenja biljaka u tlo. Takvo tlo nije loše, ali njegove fine čestice moraju biti razdvojene i prozračene dodavanjem organske tvari, osobito vrtnog komposta. Kod pjeskovitog tla voda brzo odlazi u dublje

slojeve i često sa sobom nosi sve hranjive tvari. Dodavanjem komposta ili tvari bogate humusom mogu poboljšati zadržavanje vlage i hranjivih tvari (Fell, 2011.).

3.2 Konstrukcije vertikalnih vrtova

3.2.1. Rešetke

Pojam rešetka dolazi od francuske riječi „treillage“ što znači potpora od isprepletenih žica unutar čvrstog okvira za uzgoj biljaka. Biljke penjačice mogu proizvesti okomitu „zavjesu“ od lišća, cvijeća, pa čak i plodova na širokom rasponu prekrasnih i praktičnih vrtnih rešetki (slika 13.). Izvorno, rešetke su bile izrađene od drveta, ali danas se mogu izraditi od trajnijih metala ili plastike. Rešetka može biti samostojeća ili položena na zid. Rešetke su vrlo jednostavno dizajnirane, obično u obliku dijamanta, kvadrata ili kruga. Drvena rešetka može biti izrađena od ravnih drvenih letvica kako bi se stvorio simetrični dizajn, ili se može učiniti rustikalnom korištenjem bambusovih štapova, vrbinih grana ili čak iskrivljenih dijelova grančica drveća. Jeftini gotovi dijelovi rešetki mogu se kupiti u vrtnim centrima. Prilikom ugradnje rešetke kupljene u vrtnim centrima, najbolje je držati dno iznad razine tla, jer letvice mogu lako trunuti ako dođu u dodir s tlom. Rešetke mogu biti domaće izrade uglavnom izrađene od izdržljivih bambusovih štapova (McLaughlin, C., 2012.).



Slika 13. Primjeri uzgoja povrća kao vertikalni vrtovi u obliku rešetki
(Izvor: https://siteforeverything.com)

3.2.2. Vrtni lukovi

Vrtni lukovi pružaju sjenu za klupu, ležaljku ili ljuljačku. Lukovi su jednostavni, definiraju ulaz u vrt ili označavaju prijelaz između različitih vrtnih prostora i uključuju rešetke. Vrh luka nije uvijek zakrivljen, može se izrađivati od ravnih vodoravnih ili šiljastih prečki. Neki vrtni lukovi su prilično lagani i jeftini, obično napravljeni od drvenih letvica ili žice. Ovi jednostavni lukovi idealni su za potporu brzorastućim biljkama poput ukrasnog cvijeća (Slika 14.).



Slika 14. Primjeri vrtnih lukova

(Izvor: http://www.dizajndoma.hr)

3.2.3. Sjenice

Sjenice ili pergole su znatno veće od vrtnih lukova i rešetki. Sjenica je obično niz lukova koji povezuju kuću s gospodarskim objektom ili vrtom ili povezuju dva vrtna prostora. U kućnim vrtovima, pergole se često koriste za pružanje sjenovitog zelenog krova. Sjenice mogu biti ravne ili zakrivljene. Mogu se smjestiti na ravnom mjestu ili se mogu spustiti niz padinu. Pergole najčešće služe za uzgoj vinove loze.

3.3. Posude za presadnice

Vrtlarstvo u bilo kojoj od mnogih vrsta stojećih i visećih posuda ima mnoge prednosti u odnosu na vrtlarstvo na zemlji. Jedna od prednosti je mogućnost stvaranja prekrasnih vrtova u malim prostorim koji rastu odozgo prema dolje. Uz malo mašte, na relativno malom

prostoru može se uzgajati veliki broj biljaka, ukrasnih i jestivih. Sljedeća prednost je nepostojanje korova jer je tlo u posudama sterilno i nema sjemenki korova koje bi proklijale. Zalijevanje posuda je jednostavno, ali tlo u posudama ima tendenciju brzog isušivanja. Prilikom odabira veličine posude, treba imati na umu veličinu korijenovog sustava biljke koja se uzgaja, te što je posuda veća to će uzgoj biti uspješniji. Posude (slika 15.) možemo osigurati tako da djelomično zakopamo posudu u tlo ili stabiliziramo stranice ciglama (McLaughlin, 2012.).



Slika 15. Posude sa povrćem u vertikalnom vrtu
(Izvor: https://www.greatoceanroadrealestate.com.au)

3.4. Gnojidba

Gnojidba je važan dio održavanja vertikalnog vrta. Mnoge vrste biljaka najbolje se razvijaju uz redovitu prihranu tijekom vegetacije. To je osobito važno kada se radi o vertikalnim farmama koji se uzgajaju u posudama, jer biljke ovise o nama za osiguravanje hranjivih tvari koje su im potrebne za rast i razvoj.

Nekoliko savjeta za gnojenje bilo koje vrste vertikalnog vrta:

1. Izbjegavati umjetna gnojiva - kada je riječ o gnojidbi bilo koje vrste visećeg vrta, treba izbjegavati gnojidbu umjetnim gnojivima. Kemijska gnojiva daju trenutan rezultat, ali s vremenom uzrokuju velika oštećenja u tlu. Također, gnojidbom umjetnim gnojiva mnogo je lakše oštetiti korijenje biljaka.

2. Koristiti organsko gnojivo - kada se koriste organska gnojiva, tlo postaje bogat izvor hranjivih tvari za biljke. Kompost se sastoji od raznih organskih sastojaka, kao što su izrezana trava, isjeckani listovi, kuhinjski otpad i pepeo drveća, a rezultat je hranjiva, tamno smeđa tvar koja se naziva humus. U takvoj mješavini nalaze se tri esencijalna biljna hranjiva: dušik za zdravo lišće, fosfor za zdravo korijenje i inicijaciju cvatnje, te kalij za ukupnu otpornost i vitalnost biljaka (McLaughlin, 2012.).

3.5 Početak sjetve/sadnje i reprodukcija

Važno za vertikalnu farmu je uzgajanje raznovrsnih biljaka koje imaju sklonost ka penjanju, a velik broj penjačica može se uzgajati iz sjemena. Određeni problemi mogu uzrokovati slabu klijavost sjemena. Jedan od problema je razdoblje hladnog i vlažnog vremena koje može uzrokovati truljenje sjemenke prije nego izniknu. Grašak i grah posebno su osjetljivi na hladne i vlažne uvjete.

Neke biljke, kao što su stabljike graha, preferiraju izravnu sjetvu u posude, jer imaju osjetljivo korijenje na promjene. Prilikom izravnog sijanja, pravilno je sijati sjeme na dubini tri puta većoj od veličine sjemena, ali uvijek treba provjeriti omotnicu sjemena za informaciju o dubini sjetve. Pri sjetvi motikom treba stvoriti brazdu, a zatim to sjeme posijati. Sitno sjeme poput sjemena mrkve i zelene salate treba posijati na površinu tla i pokriti finim, tankim slojem tla.

Kod biljaka koje se mogu izravno posijati, bolje je proizvesti presadnice u zatvorenim prostorima kako bi bile spremne za ranije presađivanje. Presadnicama ubrzavamo berbu do 2 tjedna u usporedbi s izravnom sjetvom na otvorenom. Kod proizvodnje presadnica biljaka sitnog sjemena, sjeme sijemo u posudu, a kasnije se pikiranjem prenose u pojedinačne posude (Green, 2014.).

3.6. Zaštita od bolesti

Istraživanja širom svijeta, pokazali su da vrtovi koji koriste prirodni kompost kao izvor hranjive tvari nisu podjednako pogođeni napadom štetočina i bolesti kao vrtovi gnojeni kemijskim gnojivima. Za zdrave biljke, bez stresa, sposobne suprotstavljanju bolesti, treba početi s dobrim, hranjivim tlom. Hranjivo, rahlo tlo dopušta korijenu biljaka prodiranje u dublje slojeve i apsorbiranje hranjivih tvari iz prirodnih izvora kao što je domaći kompost. Uzgojem povrća u vertikalnom vrtu problemi s kukcima, drugim štetočinama i bolestima

automatski postaju manje ozbiljni, zato što su biljke podignute iznad razine zemlje, daleko od mjesta razvoja mnogih štetočina i bolesti. Upotreba ekoloških metoda suzbijanja štetočina i bolesti kao što je orezivanje stabala zaraženih lisnim ušima mnogo je lakše u vertikalnom vrtu, jer se biljke uzgajaju na visini i omogućuju lakše uočavanje bilo kakvih znakove bolesti.

Nekoliko savjeta za zaštitu od bolesti u vertikalnoj farmi:

1. Redovita rezidba - orezivanje je jedan od najboljih načina za sprječavanje bolesti. Redovita rezidba omogućuje adekvatan protok zraka.

2. Malčiranje - malčiranje oko baze biljaka u vertikalnom vrtu čuva tlo te pomaže u sprječavanju širenja zaraza raznih bolesti u tlu.

3. Pravilno zalijevanje – biljke treba zalijevati ujutro tako da se lišće može osušiti tijekom dana. To pomaže usporiti ili čak zaustaviti širenje bolesti. Ako se vrt zalijeva u večernjim satima, treba se pobrinuti da se voda ne zadržava na lišću.

4. Pravilno zbrinjavanje – bolesne biljke se ne smiju stavljati u spremnik za kompost. Umjesto toga, treba baciti zaraženi biljni materijal u smeće ili ga spaliti kako bi se uništili izvori zaraze raznih bolesti.

5. Svježe tlo - tlo iz vertikalnih ili visećih vrtovima nikada ne treba ponovno upotrjebljavati. Važno je uvijek koristiti svježe, sterilno tlo prilikom sadnje biljaka u bilo koju vrstu posuda u vertikalnim farmama.

3.7. Zaštita od štetnika

Uzgoj biljaka u vertikalnim farmama olakšava kontrolu nad mnogim štetnicima. Kada je riječ o većim štetočinama, vertikalne farme rastu visoko iznad tla te su jednostavno izvan njihovog dosega.

Nekoliko savjeta za suzbijanje štetnika:

1. Koristiti fizikalne metode - većina vrsta štetnika može se lako kontrolirati fizikalnim metodama. Ručno skupoljane ili jednostavno izbacivanje štetočina s biljaka snažnim mlazom vode.

2. Privljaćenje korisnih kukaca i paukova - mnogi kukci u vrtu, poput bubamara i osica, te pauci, korisni su grabežljivci koji se hrane štetnim kukcima. Dakle, jedna od metoda je dodatno posaditi cvijeće kako bismo privukli ove grabežljive kukce i pomogli u suzbijanju štetnika.

3. Izbjegavanje kemijskih pesticida - kemijski pesticidi nisu samo loši za naše zdravlje ljudi, već su i toksični za okoliš. Osim toga, može uništiti dobre kukce zajedno s lošim kukcima (Green, 2014.).

3.8. Zaštita od korova

Zaštita od korova u vertikalnom uzgoju najjednostavnija pomoću malčiranja. Malčiranje je jednostavno prekrivanje tla organskom tvari kao što su isjeckano lišće, kompost, trava, treset, borove iglice, piljevina, slama ili anorganskom tvari kao što su crna ili bijela PVC folija. Malč je debeli sloj tvari koji spriječava klijanje korova u vertikalnom vrtu. Prednost crnih folija je prenošenje sunčeve topline, zadržavanje vlažnost tla i sprječavanje rasta korova. U osnovi postoje dvije vrste korova: površinski ukorijenjeni korovi i duboko ukorijenjeni korovi. Površinski ukorijenjeni korovi lako se izvlače, osobito kada je tlo vlažno. Obično se može cijeli korijenski sustav izvaditi iz tla ravnomjernim povlačenjem. Za razliku od njih, duboko ukorijenjene korovi poput maslačka teže je iskorijeniti. Uklonjanjem rukom može se otkinut samo gornji dio dopuštajući korijenu da se i dalje razvija. Važno je ukloniti korov prije cvatnje jer kada se njihovo sjeme raspr̀si, vrlo je teško kontrolirati taj korov u slijedećoj sezoni. Pravilno navodnjavanje također može pomoći u suzbijanju korova jer zalijevanje cijelog vrta vodom pomaže razvoju korova, te umjesto toga vodu treba aplicirati izravno na bazu svake biljke (Green, 2014.).

3.9. Navodnjavanje vertikalnih farmi

Bilo da vertikalna farma raste u tlu, na terasi ili visi na zidu, primjenjuju se ista osnovna pravila za navodnjavanje. U usporedbi s horizontalnom parcelom s njezinim tipičnim dugim redovima, vertikalne farme troše manje vode, jer su biljke gusto koncentrirane u manjem području (Green, 2014.).

Nekoliko savjeta za navodnjavanje:

1. Voda u bazi - zalijevanje baze biljaka, a ne preko vrha biljke, pomaže spriječiti rast raznih bolesti. Također pomaže u kontroli korova, jer se navodnjavaju ciljane biljke, a ne korovi.

2. Duboko zalijevanje - najbolje je zalijevati vertikalni vrt rjeđe, dubljim zalijevanjem nego ga zalijevati po malo svaki dan. Duboko zalijevanje potiče korijenje biljaka da dublje raste, tako da biljke nema potrebe često zalijevati.

3. Osigurati odgovarajuću drenažu - obratiti posebnu pažnju na to da sve viseće posude imaju rupe za odvodnju kako bi se spriječilo prekomjerno zadržavanje vode. Bez adekvatne odvodnje, tlo će brzo postati suviše vlažno, a biljke će početi truliti.

4. Malčirajnje vrta - malčiranje vrta ima mnoge prednosti, a zadržavanje vode je jedna od njih. Malč djeluje kao izolator tako da vlaga ne isparava na suncu. Malč se možete dodati na tlo bilo koju vrstu okomitog vrta.

5. Koristiti sustave za navodnjavanje - dodavanje sustava za navodnjavanje u vertikalni vrt je od iznimne važnosti za rast i razvoj biljaka (Green, 2014.). Najčešći sustav za navodnjavanje je sustav „kap po kap“ (slika 16.) no koriste se i drugi sustavi navodnjavanja (slika 17.).



Slika 16. Sustav navodnjavanja „kap po kap“
(Izvor: https://housefulofhandmade.com)



Slika 17. „Squamish“ sustav navodnjavanja
(Izvor: https://www.piquenewsmagazine.com)

3.10. Biljke za uzgoj u vertikalnim farmama

Uzgajanjem visokih biljaka u vertikalnoj farmi povećavamo prinose (do deset puta u slučaju graha). U vertikalnoj farmi se može uzgajati povrće poput zelene salate, paprike i kupusa, no njih se uzgaja vertikalno u posudama kako bi se uštedilo na prostoru. Povrće koje je najprikladnije za okomito vrtlarstvo ima dugu stabljiku koja se može lako tretirati. Glavno povrće koje se koristi u okomitom vrtu uzdiže se ili se penje uz potpore. Mnoge biljke penjačice poput krastavaca imaju vitice kojima se mogu učvrsti za stup ili rešetku.

U tablici 1. prikazan je prinos povrća uzgajanih u vertikalnim farmama u odnosu na komercijalnu poljoprivredu. Zbog zatvorene okoline, kontroliranog osvjetljenja i navodnjavanja produktivnost uzgoja u vertikalnim vrtovima dvostruko je veća od konvencionalne poljoprivrede (Morrison i Sweet, 2011.).

Tablica 1. Prinos povrća uzgajanih u vertikalnim vrtovima u odnosu na komercijalnu poljoprivredu

(Izvor: badiafarms.com)

Kultura	**Prinos povrća uzgajanih u VF, t/ha**	**Prinos povrća uzgajanih u polju, t/ha**
Mrkva	58	30
Rotkvica	23	15
Krumpir	150	28
Rajčica	155	45
Paprika	133	30
Jagoda	69	30
Grašak	9	6
Kupus	67	50
Zelena salata	37	25
Špinat	22	12
Ukupno	723	241

4. ZAKLJUČAK

Vertikalne farme su budućnost poljoprivrede jer pružaju veće prinose u odnosu na konvencionalnu poljoprivredu kao i značajnu uštedu prostora. Osim uzgoja biljaka za prehranu ljudi, vertikalne farme pružaju izuzetno lijepu sliku u urbanim zgradama, vrtovima, kućama itd. Zeleni zidovi pružaju učinkovitost pri uštedi energije, biološkoj raznolikosti i kontroli temperature u odnosu na konvencionalnu poljoprivredu. Isto tako zeleni zidovi u urbanim gradovima uz lijep izgled daju tračak prirode, odnosno zelenila, koja sve više nedostaje u takvim sredinama. Na stambenim zgradama ozeljenjavanje može pridonijeti energetskoj i ekonomskoj uštedi, no slaba edukacija i slab poticaj dovodi do male osviještenosti građana u pogledu vertikalnih farmi, odnosno zelenih zidova. U uzgoju povrća na malim površinama, prijelaz iz horizontalnog u vertikalno vrtlarstvo bi donjelo znatno veće prinose kao i manju zarazu biljaka bolestima i manje napada štetnih organizama. Vertikalno vrtlarstvo bi trebalo biti sve poznatiji pojam u svijetu, te ga treba poticati jer se radi o zanimljivom i produktivnom načinu uzgoja biljaka.

5. POPIS LITERATURE

1. Adenaeuer, L. (2013.): Up, Up and Away! The Economics of Vertical Farming, Institute for Food and Resource Economics, University of Bonn, 60
2. Fell, D. (2011.): Vertical Gardening: Grow Up, Not Out, for More Vegetables and Flowers in Much Less Space, Potter/Ten Speed/Harmony/Rodale, 336
3. Green, N. (2014.): Vertical Gardening: More Garden in Less Space: Gardening Basics for Beginners Series, Speedy Publishing LLC, 32
4. Massingham, H. (2011.): Vertical Vegetables & Fruit: Creative Gardening Techniques for Growing Up in Small Spaces, Storey Publishing, 176
5. McLaughlin, C. (2012.): Vertical Vegetable Gardening: Discover the Many Benefits of Growing Your Vegetables and Fruit Up Instead of Out, Penguin, 288
6. Morrison, S., Sweet, R. (2011.): Garden Up! Smart Vertical Gardening for Small and Large Spaces, Cool Springs Press, 224

Internetske stranice:

1. badiafarms.com (datum pristupa: 10.08.2019.)
2. greenspiritfarms.com (datum pristupa: 10.08.2019.)
3. http://homeli.co.uk/vertical-garden-mur-vegetal-living-walls-by-patrick-blanc/ (datum pristupa: 02.08.2019.)
4. http://large.stanford.edu/courses/2016/ph240/swafford2/docs/banerjee.pdf (datum pristupa: 02.08.2019.)
5. http://skygreens.com/ (datum pristupa: 02.08.2019.)
6. http://www.dizajndoma.hr/moj-vrt/vrt-romantični-lukovi (datum pristupa: 15.08.2019.)
7. http://www.greenbelly.org (datum pristupa: 10.08.2019.)
8. http://www.plantagon.com/about/business-concept/the-linkoping-model/ (datum pristupa: 02.08.2019.)
9. https://getbusygardening.com/vertical-garden-maintenance/ (datum pristupa 01.08.2019.)
10. https://gogreen1st.wordpress.com/700-hrvatski/povijest/ (datum pristupa: 01.08.2019.)

11. https://horizontilefacades.com/index.php/live-green-facades/ (datum pristupa: 02.07.2019.)
12. https://housefulofhandmade.com/diy-vertical-garden-drip-watering-system/ (datum pristupa: 02.07.2019.)
13. https://siteforeverything.com/20-cheap-and-easy-diy-trellis-vertical-garden-structures/ (datum pristupa: 01.07.2019.)
14. https://www.archdaily.com/ (datum pristupa: 10.08.2019.)
15. https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-10-30/skyscraper-farms-are-about-to-go-global (datum pristupa: 02.07. 2019.)
16. https://www.greatoceanroadrealestate.com.au/2018/09/12/backyard-farming-tips/ (datum pristupa: 02.07.2019.)
17. https://www.intechopen.com/books/advances-in-landscape-architecture/vertical-gardens (datum pristupa: 01.07.2019.)
18. https://www.intechopen.com/books/advances-in-landscape-architecture/vertical-gardens (datum pristupa: 01.07.2019.)
19. https://www.maximumyield.com/farmscrapers-vertical-gardening-that-combines-the-past-and-future-of-agriculture/2/2981 (datum pristupa: 02.07.2019.)
20. https://www.pinterest.com/pin/190347521724116667/ (datum pristupa: 01.07.2019.)
21. https://www.piquenewsmagazine.com/whistler/reaching-for-the-sky-with-squamish-start-ups-vertical-gardening-system/Content?oid=4044085 (datum pristupa: 02.07.2019.)
22. https://www.tournesol.com/product/vertigreen-3d-modular-trellis-panels/ datum pristupa: 28.07. 2019.)
23. https://www.zuerich.com/en/visit/attractions/mfo-park (datum pristupa: 02.07.2019.)
24. https://zadovoljna.dnevnik.hr/clanak/mala-skola-vrtlarstva-prednosti-i-nedostaci-vertiklanih-vrtova-u-svakom-domu---479860.html (datum pristupa: 01.07.2019.)
25. www.mojvrt.eu (datum pristupa: 10.08.2019.)