Agritektura

Đurović, Damir

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:610759

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**

Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

Sveučilište u Splitu
Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
Diplomski sveučilišni studij

DIPLOMSKI RAD

AGRIKULTURA ARHITEKTURA

student: Damir Đurović
mentor: izv. prof. dr. sc. Idis Turato, dipl. ing. arh.
komentor: doc. dr. sc. Božidar Benko
2015./2016.

SADRŽAJ

Uvod
- Osijek
- Urbanizam Osijeka

Lokacija
- Drava
- Poplava
- Plutajući objekti
- Analiza lokacije i koncept

Akvaponija
Dopunsko osvjetljenje
Bioplin i algakultura
Shema sustava

Komenotski elaborat - Akvaponijski uzgoj uz primjenu dopunskog osvjetljenja
- Akvaponija
- Dijelovi akvaponije
- Dopunsko osvjetljenje
- Svjetlosti spektar
- Fotoperiodizam

Grafički prilozi:

situacija_krovne plohe	M1:2000
situacija_prizemlje	M1:2000
tlocrt_segment 1_prva etaža	M1:550
tlocrt_segment 1_druga etaža	M1:550
tlocrt_segment 1_treća etaža	M1:550
obalno pročelje	M1:500
tlocrt_segment 1_prva etaža	M1:200
tlocrt_segment 1_druga etaža	M1:200
tlocrt_segment 1_treća etaža	M1:200
presjek 1	M1:200
presjek 2	M1:200
presjek 3	M1:200
presjek 4	M1:200
tlocrt_segment 2_prva etaža	M1:500
tlocrt_segment 2_druga etaža	M1:500
tlocrt_segment 2_treća etaža	M1:500
obalno pročelje	M1:500
tlocrt_segment 2_prva etaža	M1:200
tlocrt_segment 2_druga etaža	M1:200
tlocrt_segment 2_treća etaža	M1:200
presjek 5	M1:200

Slika 2 Obale Drave i hotel Osijek

GRAD OSIJEK

Osijek je grad u istočnoj Hrvatskoj, smješten u ravnici na desnoj obali rijeke Drave između 16-og i 24-og kilometra od ušća u Dunav. Najveći je grad u Slavoniji, četvrti po veličini u Hrvatskoj te sjedište Osječko-baranjske županije.

Sastoji se od starog grada - Tvrđe, izgrađenog većinom u 18. stoljeću, Gornjeg grada, Donjeg grada i Novog Grada (Jug I i Jug II), Cvjetnog naselja te Retfale i industrijske četvrti. Osijek je grad sa najviše zelenih površina u Hrvatskoj - samo na području grada nalazi se 17 parkova sa ukupnom površinom od oko 390 000m^2. Prema popisu stanovništva iz 2011. godine Osijek ima 83 496 stanovnika, dok šire područje broji 107 784 stanovnika.

Osijek je bio veliko hrvatsko industrijsko središte. Svojevremeno ga se smatralo 'hrvatskim Manchesterom. Razvijene su strojogradnja (poljodjelski strojevi), kemijska industrija, konditorska industrija, šećerana, proizvodnja piva, iako je nekada zastupljenost industrije bila mnogo veća. Smješten je na međunarodnom prometnom koridoru Budimpešta - Sarajevo - Ploče. Unatoč tome što koridor nema autocestu cijelom svojom dužinom, Osijek je spojen na mrežu autocesta Hrvatske tzv. "Slavonikom". Također postoji željeznička infrastruktura, riječna luka te zračna luka Osijek.

Tvrđa je povijesna jezgra Osijeka, ostatak nekadašnje osječke tvrđave koja je postupno prerasla u gradski prostor. Podignule su je austrijske vojne vlasti nakon oslobođenja od Turaka 1687. godine, kao sjedište generalata i važnu obrambenu točku jugoistočnog dijela carstva.

U Osijeku se nalazi 20 srednjoškolskih ustanova te Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, u sklopu kojega su ekonomski, elektrotehnički, filozofski, građevinski, medicinski, poljoprivredni, pravni, prehrambeno-tehnološki fakultet te umjetnička akademija, uz odjele za matematiku, fiziku, biologiju i kulturologiju.

Slika 3 Orto-foto Osijeka

Slika 4 Tvrđa

URBANIZAM OSIJEKA

Prostorni razvoj Osijeka povijesno je vezan uz desnu obalu rijeke Drave. Sredinom prošlog stoljeća poraslo je uvjerenje da je za prostorni razvoj Osijeka važno prijeći rijeku Dravu. U traganju za boljim gradom čitav niz prostorno-planske dokumentacije nudio je rješenja pod motom "rijeka u gradu ili grad na rijeci".

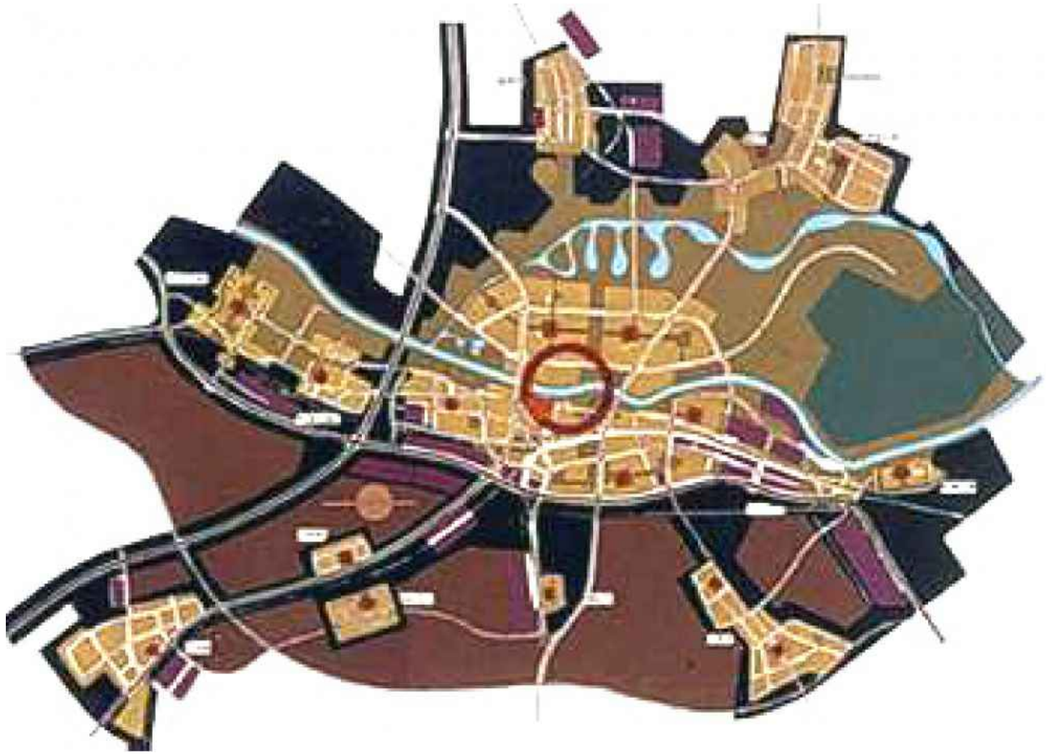
Osijek je vezan uz povišenu desnu obalu Drave pri čemu grad prati rijeku u duljini od 12km. Njegovom značaju i razvoju u velikoj mjeri pridonijela je i mogućnost prijelaza preko Drave na užem prostoru grada. Istovremeno se rijeka koristi i kao prometni put. Po pitanju odnosa urbane aglomeracije prema rijeci razlikujemo tri slučaja. Kroz razvoj gradovi mijenjaju svoj odnos prema rijeci u razvojnom slijedu: pored rijeke - na rijeci - rijeka u gradu, ili se stabiliziraju u jednoj od faza. Nakon grada pored rijeke, Osijek se u povijesno-prostornom razvoju zaustavio na konceptu grada na rijeci. Tek sredinom prošlog stoljeća pojavile su se ambicije za njezino prekoračenje.

Generalni urbanistički plan "Osijek 2000" iz 1975. godine predviđa značajan razvoj. Novi dio grada na lijevoj obali planiran je za 70 000 stanovnika. Opredjeljujući se za koncept "rijeke u gradu" Drava postaje osnovni integralni i kompozicijski, a ne dilatacijski element grada. Boljim korištenjem njezinih obala za potrebe društvenog, kulturnog, zabavnog i rekreacijskog života grada označuju se višedimenzionalne sredine kao mjesta susreta prirode i urbaniteta.

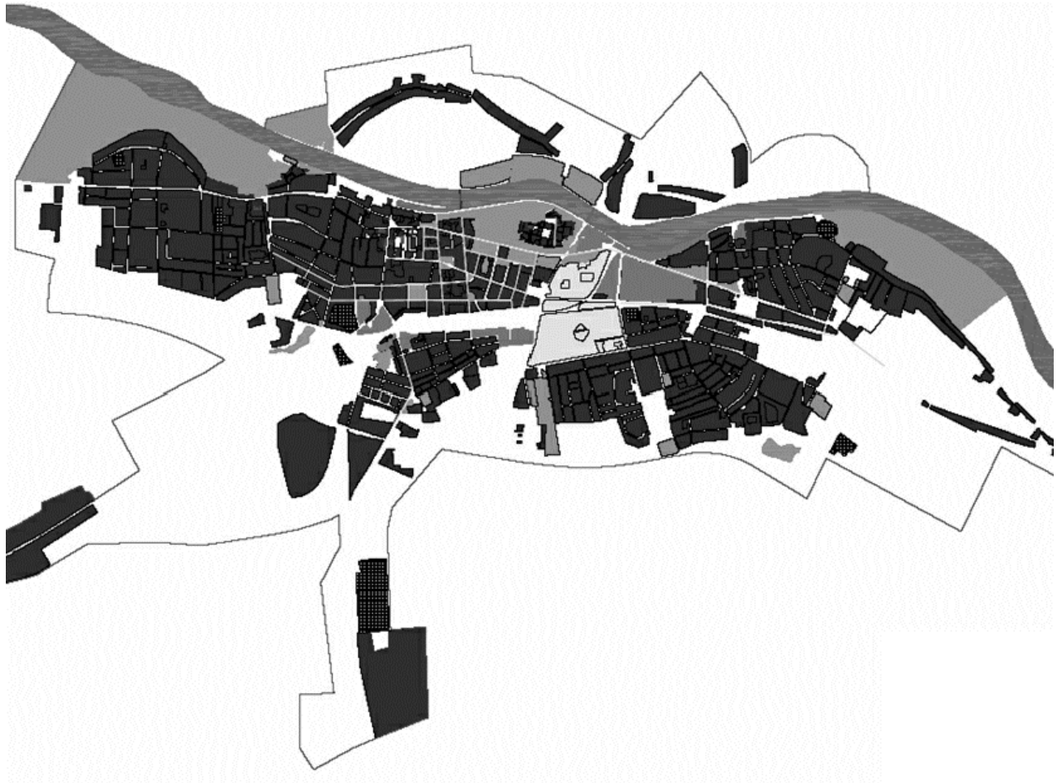
Generalnim urbanističkim planom grada Osijeka iz 1988. godine, planira se prijelaz u znatno manjem obliku (30 000 stanovnika). Razlog tome leži u manje optimističnim demografskim prognozama izrađenim za potrebe plana. Koncepcija širenja sada se već temelji na prostornim uvjetima širenja (južna obilaznica kao granica), te omogućuje zaštitu vrijednog poljoprivrednog zemljišta. Središnji gradski sadržaji uz sjevernu granicu rijeke dovode se opet u težište ukupnog razvoja. Ovaj model predstavlja revidirani koncept GUP-a "Osijek 2000".

Generalni urbanistički plan iz 2006. godine ne predviđa prijelaz na lijevu obalu, no prostornim planom uređenja iz 2005. godine lijeva obala Drave planirana je kao "rezervna površina za budući razvoj grada".

Slika 5 Dražić, Šmit: Anketni urbanistički natječaj 1982/83



Slika 6 Urbanistički plan iz 1973.



Slika 7 Osijek - postojeće stanje (2009)

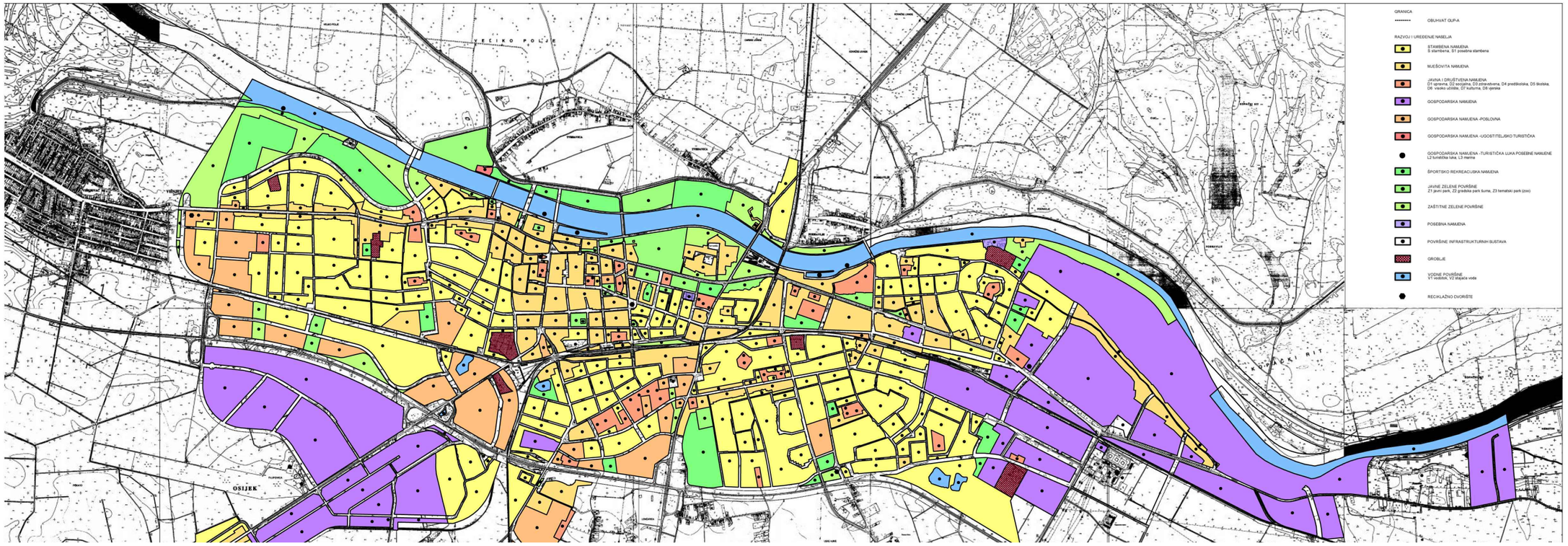
Centar suvremene kulture iz Barcelone - Centre de cultura contemporania de Barcelona (CCCB), s dokumentacijskim centrom za javne urbane prostore Europe, koji je zajedno s Institut francais d'architecture Paris (IFA) osnažio pokret „Ponovno oživljavanje Europe“, pozvao je Hrvatsku da se svojim primjerima pridruži manifestaciji 'Europski urbani javni prostori'. Hrvatska se odazvala ovom pozivu pod pokroviteljstvom Ministarstva kulture u organizaciji UHA - Udruženja hrvatskih arhitekata, koje je povjereno dr.sc. F. Kritovcu, s izborom 12 primjera iz 10 gradova, među kojima i Osijeka.

Bilo je potrebno zadovoljiti određene zahtjevne kriterijime. Primjeru Osijeka, 'Grad i njegova rijeka' autora arhitekta Radovana Miščevića, CCCB je dodijelio posebno priznanje s ocjenom da ovaj primjer pruža model koji bi mogli slijediti drugi gradovi.

Ideja i koncept modela "rijeka u gradu" nasuprot modela "grada na rijeci", zasniva se na humanističko-sociološkoj i ekološkoj osnovi koja integrira povijesne, prirodne i kulturološke vrijednosti grada, kao i temeljnu ideju urbanog razvoja grada Osijeka, u kojoj rijeka Drava postaje kompozicijska osovina, središnji javni urbani prostor, oslobođen pritisaka suvremenog života, mjesto ljudskih susreta i komunikacija, mjesto rekreacije, igara, sporta, odmora, atraktivnih i privlačnih slobodnih prostora u cijelosti prihvaćenih od svojih građana.

Radovan Miščević je u sklopu Urbanističkog instituta radio na brojnim zadacima od kojih se ističu Generalni urbanistički planovi za gradove Osijek, Vukovar i Pula, te Prostorni plan zagrebačke regije uz istodobnu suradnju na Generalnom urbanističkom planu 'Zagreb 2000'.

Slika 8 R. Miščević, urbanistički plan Osijeka



Slika 9 GUP Osijeka

LOKACIJA

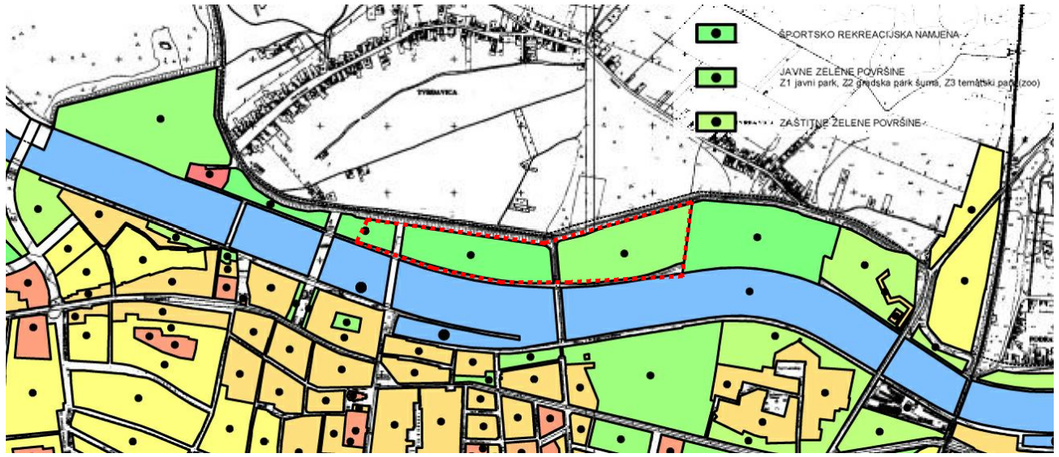
Lokacija je smještena na lijevoj obali Drave, 10-ak kilometara prije ušća u Dunav, te svega 3km zračne udaljenosti od Parka prirode Kopački Rit. Obuhvat se nalazi između rijeke Drave te uvučenog zemljanog nasipa visine 4m. Sa istočne strane markiraju ga gradski bazeni "Kopika" i zoološki vrt sa zapadne strane.

U neposrednom centru grada nalazi se pješački Most mladosti koji vodi direktno na lokaciju. Prema GUP-u, prostor zapadno od postojećeg mosta je rekreacijska zona, a istočno je gradski park, koji je danas obrastao u grmlju i šikari.

Uzevši u obzir buduće širenje grada, ova zona postati će kontaktna zona između starog i novog Osijeka. Prema GUP-u planiraju se još dva mosta zapadno od postojećeg, jedan pješački i jedan kolno-pješački, koje je potrebno uzeti u obzir pri projektiranju.

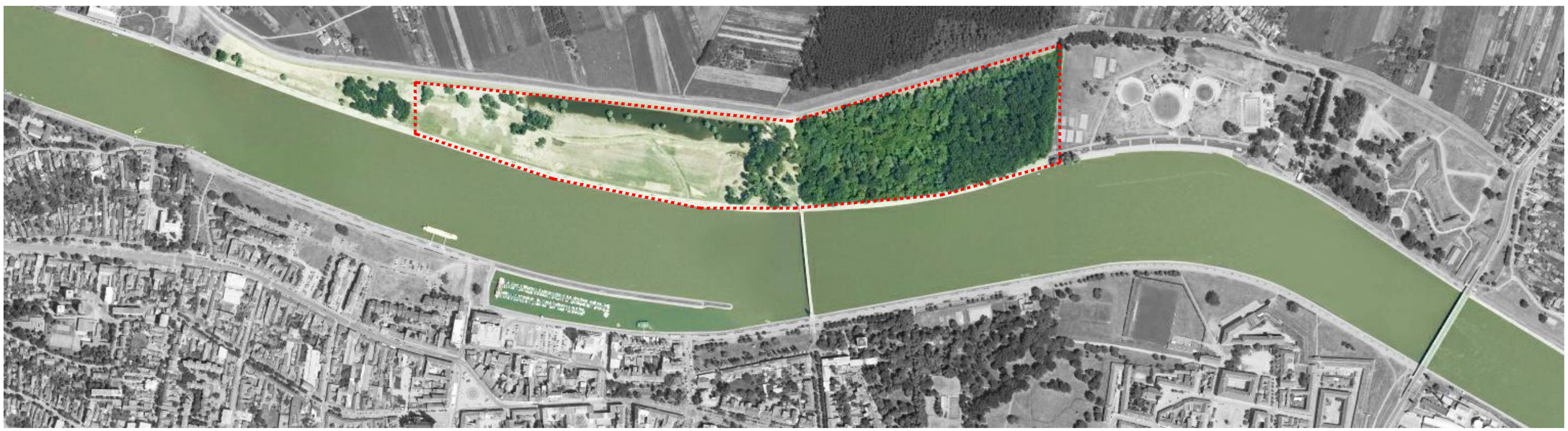
Uz obalu Drave izgrađena je šetnica sa betonskom obaloutvrdom, no nedovoljne visine te se Drava prelijeva već na iznosu vodostaja od +400cm. Obuhvat je prosječne širine 150m, duljine 1500m. Površina obuhvata iznosi cca 26 ha.

Slika 11 Fotografija sa mosta, pogled - zapad



Slika 13 Namjena površina za lokaciju

Slika 14 Fotografija sa mosta, pogled - istok



Slika 12 Orto-foto lokacije

DRAVA

Rijeka Drava izvire u južnom Tirolu (kod jezera Dobiaco) u Italiji, odakle nastavlja teći prema istoku, kroz Austriju, Sloveniju, Hrvatsku te hrvatsko-mađarsku granicu gdje utječe u Dunav. Duljina joj iznosi 720 km ali je plovna tek od mjesta Čađavice u Hrvatskoj (90km od ušća).

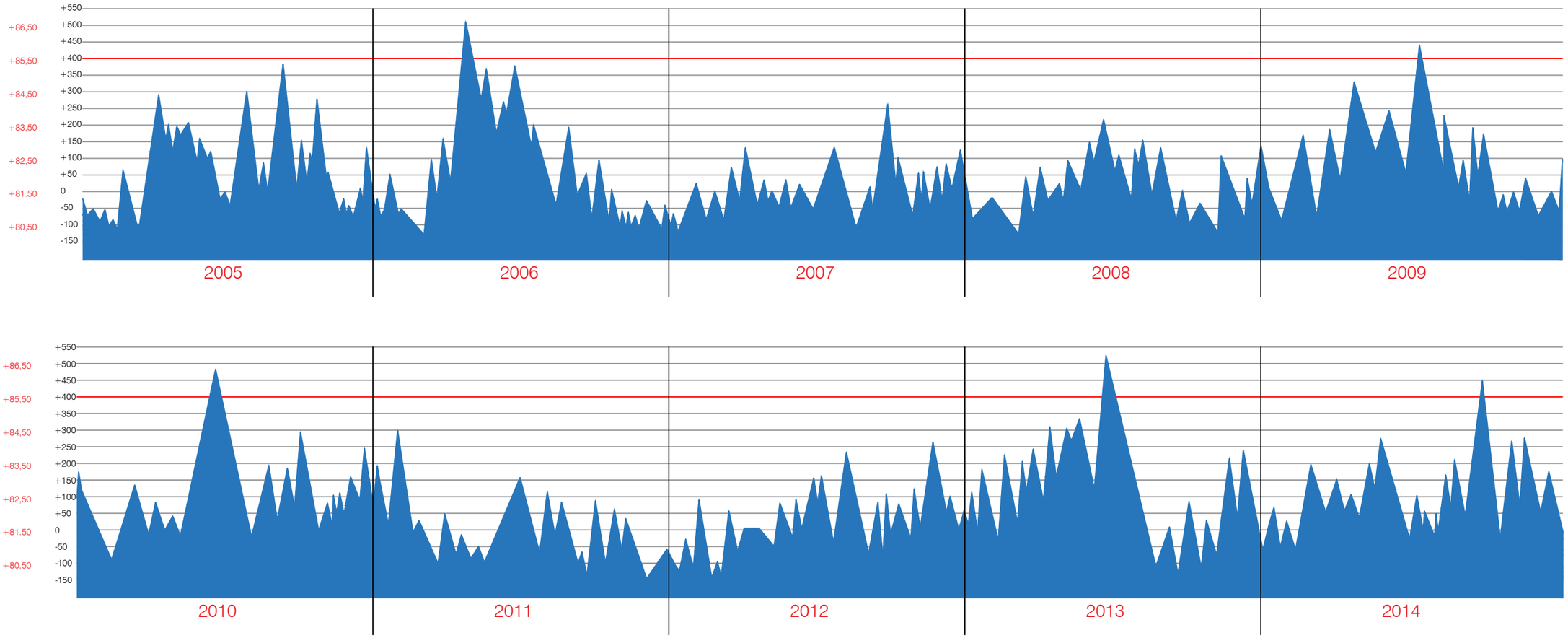
Hidrološka postaja Osijek počela je sa mjerenjem vodostaja Drave još 1827. godine. Kota nule vodokaza iznosi 81,481 mnm. Udaljena je od ušća u Dunav 18km. U razdoblju mjerenja najveći zabilježeni vodostaj iznostio je +542cm (25.6.1965.), a najniži zabilježeni vodostaj -168cm (29.9.2003.)

Lokacija se nalazi na +85 mnm, što znači da prelijevanje Drave na lijevu obalu počinje sa vodostajem +400, dok je najveći zabilježeni vodostaj 1,5m iznad terena lokacije. Podaci unazad zadnjih 10 godina svjedoče dinamičnim razlikama vodostaja unutar nekoliko dana. U prilogu se može očitati razina vodostaja, te da je Drava u zadnjih 10 godina čak pet puta poplavila ovo područje.

Nakon velikih poplava 1965. počinju se graditi obaloutvrde kako bi se zaštitili gradovi od budućih vodenih valova. Tako je desna obala Drave dobila svoju obaloutvrdu koja se nalazi na razini +400 cm vodostaja drave, a 50-200 metara sjeverno od obaloutvrde izvodi se nasip koji je znatno viši (+750cm) koji štiti građevine i polja u svom zaleđu.

Budući da se gradnjom obaloutvrda smanjuje profil rijeke te onemogućuje njezino prelivanje iz korita (i apsorpcija viška vode od strane tla), te paralelnom urbanizacijom gradskih prostora (uporaba nepermeabilnih podloga koje usmjeruju oborinske vode - koje bi inače upilo tlo - nazad u samu rijeku) pojavljuju se sve veće oscilacije u vodostajima i znatno nestabilniji vodeni režim. Iz današnje perspektive jasno je da su obaloutvrde bile nužno, ali u konačnici nestabilno i rizično rješenje. Stoga se danas radi na uključivanju rijeka u gradove, stvaranju akumulacijskih polja te suhih i mokrih retencijskih bazena koji imitiraju prirodno funkcioniranje sustava.

Način života kakvim danas živimo i ovisnošću o fosilnim gorivima povećavamo koncentraciju aerosoli u atmosferi, koje prihvaćaju molekule vode. Povećanjem njihove koncentracije, nakupine molekula vode biti će veće i duže će boraviti u atmosferi. To u konačnici za posljedicu ima veće oblake i rjeđe ali intenzivnije padaline. Upravo zbog toga događaju se situacije u kojima mjesečne ili višemjesečne oborine padnu unutar nekoliko sati ili dana, te izazovu veliki vodeni val koji uzrokuje nezapamćene poplave.



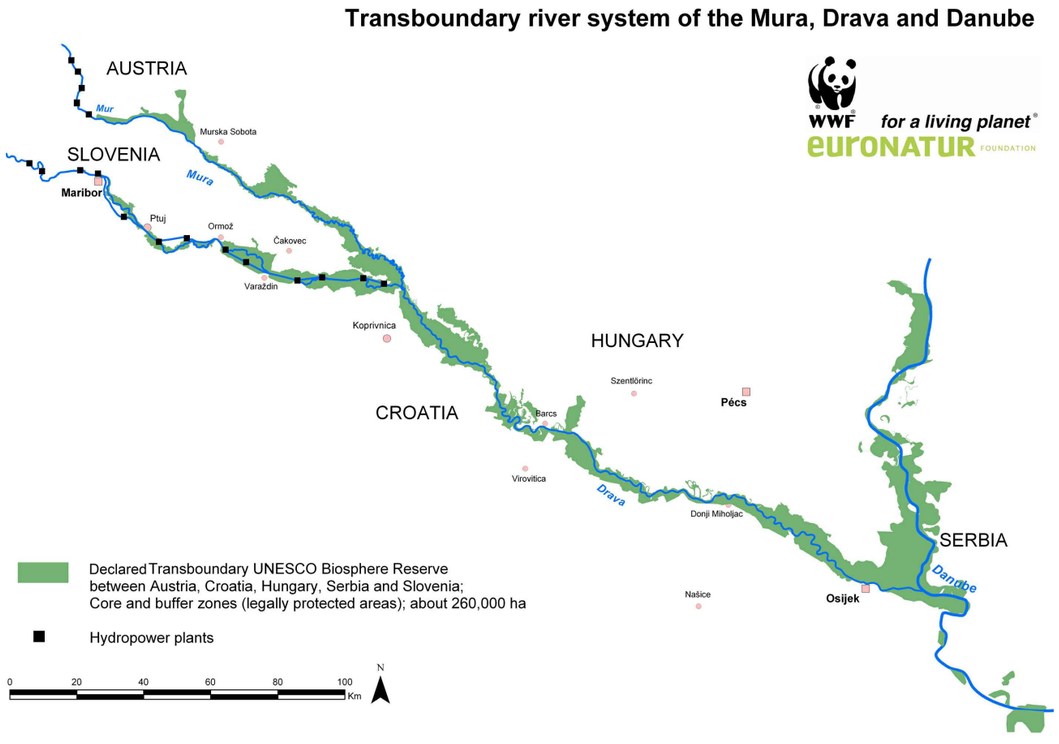
Slika 15 Vodostaj Drave 2005.-2015.

POPLAVA

Poplava je pojava neuobičajeno velike količine vode na određenom mjestu uslijed većih količina oborina, ili drugih uzroka poput popuštanja brana, ratnih razaranja i sl. Na području Osijeka te podravlja i podunavlja cijeli ekološki sustav ovisi o periodičnim poplavama koje se pojavljuju najčešće uslijed povećanih oborina te poplave veliku površinu okolnih nizinskih terena, stvarajući močvarna područja poput Parka Prirode Kopački rit. Područje podunavlja i podravlja naziva se još i 'europskom amazonom' zbog svoje bogate flore i faune, koja ovisi upravo o periodičnim poplavama.

Svjedoci smo sve razornijih i učestalijih poplava, kao rezultat povećanih oborina ali također i lošeg upravljanja vodama. Sustavi zemljanih nasipa nerijetko su neučinkoviti i ne pružaju potpunu sigurnost u upravljanju i kontroli poplava. Velika količina nepropusnih površina u gradovima onemogućuje upijanje vode u tlo, koja se tada preusmjerava u otpadne vode koje u konačnici završavaju u rijeci i dodatno povećavaju rizik od poplave i utječu na rast vodostaja rijeke.

Novi principi i inicijative u svijetu ističu potrebu za integriranjem vode u gradove te omogućavanje kontroliranih prirodnih uvjeta u obliku retencijskih bazena (suhih ili punih). Velika količina vode koju rijeka donosi zadržava se u bazenima, te se dio vode upije od strane tla, a ostatak smanjuje rizik od poplave na nekom drugom nizvodnom mjestu. Kada vodeni val prođe, bazeni se djelomično ili potpuno prazne. Na polju upravljanja vodom najnapredniji su Nizozemci, koji uspješno primjenjuju i istražuju nove sustave gradnje i uređenja poplavnih područja, te integraciju vodenih režima u urbano tkivo.



Slika 17 Obuhvat "Europske Amazone"

Slika 16 Pogled iz zraka, poplava 2013.

Slika 18 Poplava u Osijeku, 1965.

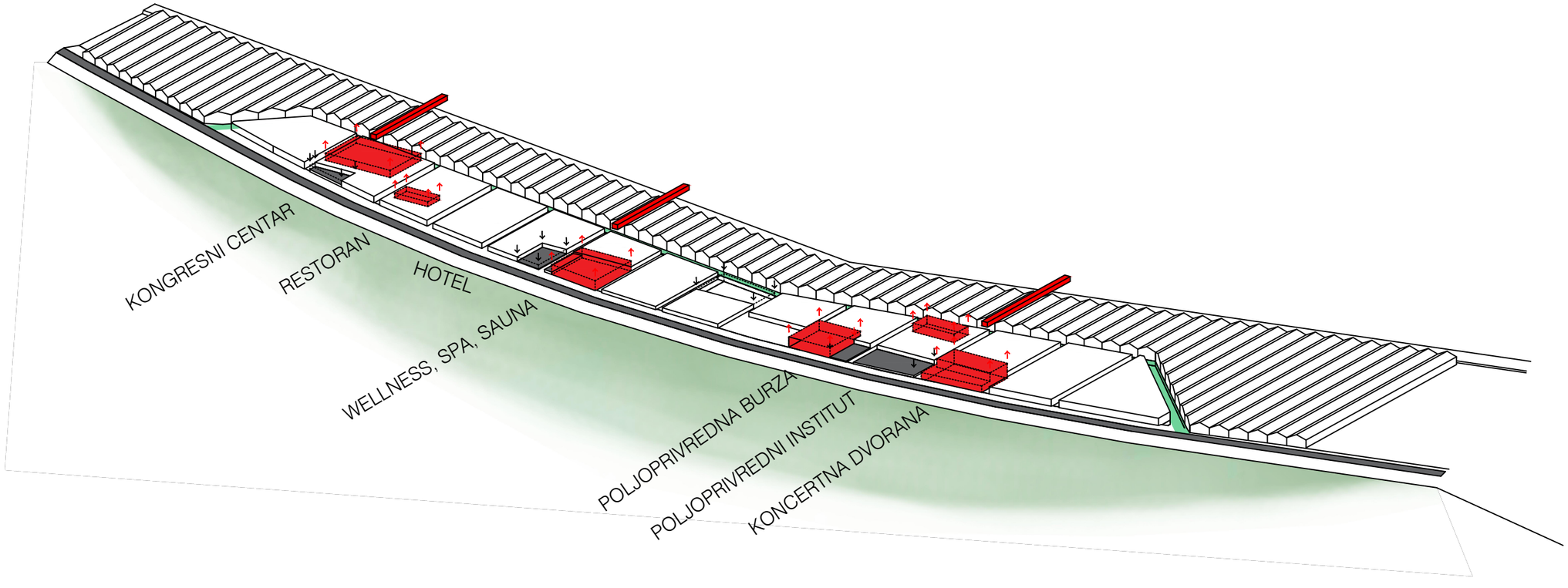
Analiza lokacije

Lokacija je smještena na poplavno područje, između rijeke Drave i nasipa koji štiti naselje Tvrđavica. Drava se izlijeva iz korita na vodostaju +400cm. Voda koja dolazi s vodenim valom prihvaća se i otpušta kada se opasnost od poplave smanji, bez narušavanja funkcioniranja čitavog sustava.

Obaloutvrda se podiže iznad najveće zabilježene poplave kako bi se spriječio nekontrolirani izljev vode na lokaciju (jer sadrži pijesak i mulj). Na njoj se probijaju dvije pukotine, ulazna i izlazna. Njih čini mnoštvo manjih pukotina koje sprječavaju direktan ulaz strujanja na samu lokaciju. U samoj obaloutvrdi izvode se filterski bazeni, koji sprječavaju direktan utok vode na lokaciju, te se u njima talože mulj i pijesak koji se periodično prazne. Pukotine puštaju vodu u kanal te ga pune vodom iz Drave, a objekti koji se nalaze uz obaloutvrdu počinju plutati na određenim vodostajima. Objekti uz sam nasip grade se iznad najviše zabilježene razine poplave zbog nasipa čiju se stabilnost ne smije narušavati. U njima su smještene jedinice za akvaponijski uzgoj, garaže te skladišta i prostori za organizaciju odvoza samih proizvoda.

Objekti koji se nalaze između novog kanala i rijeke Drave osim akvaponskog sustava dobijaju i javne sadržaje koji nedostaju Osijeku. Spojeni su sa centrom Osijeka pješačkim mostom i imaju za cilj postaviti temelje za buduće širenje grada preko Drave. Oni imaju ravan krov koji postaje sportsko-rekreacijska zona sa nadopunom akvaponijskog sustava u kojem se uzgajaju kulture na otvorenom poput matičnjaka, mente, limunske trave, lavande, ruzmarina. Navedene biljke pripadaju eteričnim biljkama, koje svojim mirisom tjeraju komarce koji su veliki problem u Osijeku s obzirom na neposrednu blizinu Kopačkog Rita.

Plutajući objekti se dube kako bi se dobili pristupni trgovi oko kojih se organiziraju javni sadržaji i pristup na krov koji je sportsko-rekreacijska zona sa sportskim igralištima, dok se naglašavaju i izlaze na krov tamo gdje su javni sadržaji koji dobijaju ulaze na dvije etaže.



AKVAPONIJA

Akvaponija je sustav paralelnog uzgoja ribljih vrsta i poljoprivrednih kultura, zatvarajući simbiotičk krug. Štedi vodu jednako kao i hidroponski uzgoj (10% u odnosu na konvencionalnu poljoprivredu), ali se koriste riblje kulture koje osiguravanju izvor nutrijenata za poljoprivredne kulture. Hranjenjem riba te njihovim metabolizmom osiguravaju se nutrijenti u vodi za hidroponski uzgoj biljaka.

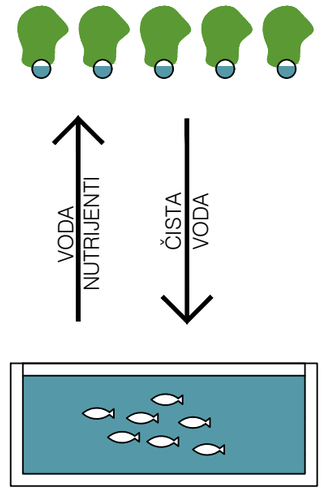
To je održivi sustav uzgoja hrane koji kombinira tehnike akvakulture s tehnikama hidroponije. U intenzivnoj akvakulturi otpadne vode utječu na pojavu zagađenja te povećavaju toksičnost vode za ribe, dok intenzivni hidroponski uzgoj ovisi o trošku za nabavu mješavina nutrijenata za biljke koje se dodaju u vodu. Ovakvim integriranim oblikom produkcije eliminiraju se mane i troškovi oba sustava.

U akvaponijskom sustavu dušik i fosfor nastaju kao nusprodukt ribljeg metabolizma. Ribe tako proizvode hranjive tvari potrebne za rast i razvoj biljaka. Na ovaj način smanjuje se zagađenje vode uzrokovano intenzivnim uzgojem riba što je jedan od glavnih faktora kod ribogojilišt. Ovakav sustav funkcionira kao zatvoreni krug dok se voda reciklira. Zbog akumulacije pojedinih tvari u vodi kroz vrijeme, dio vode potrebno je periodično zamijeniti sa svježom vodom.

Prednosti akvaponijskog sustava su zaštita okoliša (racionalno korištenje vode), smanjena potreba za zemljištem za proizvodnju povrtnih kultura te redukcija patogena u akvakulturnoj proizvodnji kao i nedostatak potrebe za pesticidima s obzirom da se radi o sustavu sa kontroliranim uvjetima, te neovisnost o vremenskim neprilikama (ukoliko se radi o zaštićenim sustavima unutar objekata).

Gledajući akvakulturu, najbitnija stavka je FCR (food conversion ratio/omjer konverzije hrane). Riba sa FCR 1 je puno efikasnija od ribe sa FCR 2 - potrebno je dvostruko više hrane da bismo dobili jednak prirast u težini nego kod prve spomenute. Ako je FCR nizak (npr. 1.0), znači da će više nutrijenata iz hrane otići u rast ribe a manje će nutrijenat ostati u vodi za uzgoj biljaka. Najčešće se koriste vrste iz roda Tilapia (FCR 1.6-1.8), budući da su jednostavne za uzgoj, brzo rastu, vrlo su otporne i zahtjevaju toplu vodu. Uz njih moguće je naići i na uzgoj pastra koje su manje zahtjevne u pogledu temperature, a imaju odličan FCR. Treća najčešće korištena vrsta je šaran, koji je prisutan u Dravskom biotopu. Također se u sustav mogu ubaciti riječni rakovi koji će eliminirati sustav za uklanjanje nepojedene hrane budući da obitavaju na dnu bazena.

Mogućnosti uzgoja poljoprivrednih kultura gotovo su neograničene. Moguće je uzgajati razno povrće a čak i poneke vrste voća koje nemaju intenzivno korijenje. Uzgaja se još i razno začinsko bilje te eterične biljke poput lavande, bosiljka, mente, limunske trave, itd.



Slika 22 Akvaponijski sustav

DOPUNSKO OSVJETLJENJE

Dopunsko osvjetljenje je umjetni izvor svjetlosti, obično električna svjetlost, dizajnirana kako bi stimulirala rast biljaka emitirajući elektromagnetski spektar primjeren za fotosintezu. Dodatna rasvjeta koristi se gdje nema prirodnog osvjetljenja ili gdje je potrebno dodatno. Tijekom zimskih mjeseci kada se smanjuje vrijeme sunčanih sati, rasvjeta se koristi kako bi produžila vrijeme u kojem biljke dobivaju svjetlo. Ukoliko biljke ne dobivaju dovoljno svjetla rastu duge i tanke.

Dodatna rasvjeta ili pruža čitav spektar sličan suncu ili dostavlja spektar koji je prilagođen vrsti koja se uzgaja. Vanjski uvjeti mimikriraju se s raznim bojama, temperaturama te spektralnim izlazima iz dodatne rasvjete. Ovisno o vrsti biljke, stadiju kultivacije (klijanje, vegetativna faza, cvjetanje) te zahtjevu svjetlosti, specifični dijelovi spektra, luminiscencija i temperatura svjetla su poželjni sa specifičnim biljkama i vremenskim periodima. Dopunska rasvjeta koristi se za hortikulturu, unutarnje vrtove, razmnožavanje billjki ili produkciju hrane, uključujući hidroponske i vodene biljke.

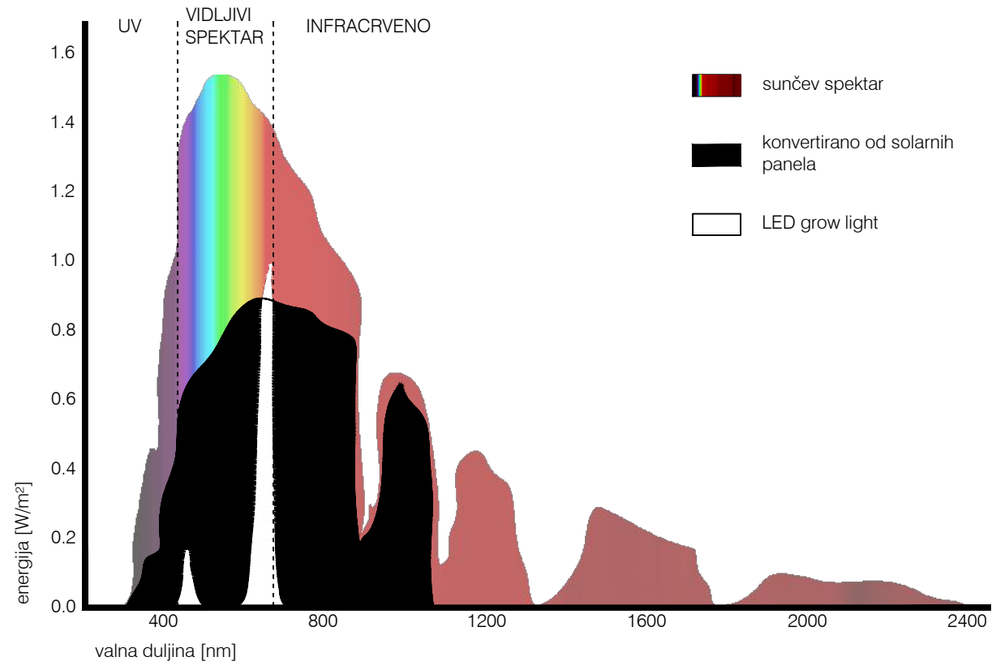
U skladu sa zakonom inverznog kvadrata - intenzitet svjelosti iz nekog točkastog izvora koji osvjetljava neku površinu obrnuto je proporcionalan s kvadratom udaljenosti te površine od izvora (ukoliko je objekt duplo udaljeniji, prima četiri puta manje svjetla). Mnoge tehnike se razvijaju kako bi se postigla što veća učinkovitost, uz upotrebu reflektora koji maksimiziraju učinkovitost izvora svjetlosti (dopunske rasvjete).

Postoji više vrsta rasvjetnih tijela koja se mogu koristiti kao dopunska rasvjeta, a to su: žarulje sa žarnom niti, fluorescentne žarulje, HID (High intensity discharge), LED (Light-emitting diodes). Uzgajivači cvijeća obično koriste HPS (High pressure sodium) i MH (Metal halide) HID lampe, ali fluorescentne i LED zamjenjuju metal halidne zbog njihove učinkovitosti i ekonomičnosti.

Biljkama je za rast i razvoj potrebna svjetlost, no od čitavog spektra sunčeve svjetlosti, različiti dijelovi su potrebni u različitim fazama razvoja. Istraživanja su pokazala kako od cijelog sunčevog spektra biljke koriste samo mali dio, u polju plavih i crvenih/infra-crvenih valnih duljina. Spektar između ova dva spomenuta ne igra ulogu u rastu i razvoju biljaka.

Od svih vrsta rasvjetnih tijela LED pružaju najveću fleksibilnost u prilagođavanju spektra, najmanje operativne troškove te ekonomsku isplativost unatoč visokoj početnoj cijeni. Jednako tako emitiraju neznatne količine toplinske energije te se stoga uzgoj može odvijati vertikalno puno gušće nego što je slučaj sa ostalim rasvjetnim tijelima (ne postoji opasnost od spaljivanja biljke).

Slika 23 LED rasvjeta u hidroponskom uzgoju



Slika 24 Spektar sunčeve svjetlosti

BIOPLIN

Bioplin je plinovito gorivo koje se dobija anaerobnom razgradnjom ili fermentacijom organskih tvari, uključujući gnojivo, kanalizacijski mulj, komunalni otpad ili bilo koji drugi biorazgradivi otpad. Mješavina je uglavnom metana i ugljikova dioksida. Bioplin se može dobiti iz svake biomase. Biomasa je organska tvar nastala rastom biljaka ili životinja. Pripada obnovljivim izvorima energije iako se njegovim paljenjem emitira ugljikov dioksid u atmosferu (ali s bitnom razlikom - emitira se onaj koji je već prisutan u atmosferi).

Od biomase mogu se proizvoditi bioplin, biodizel, biobenzin, bioetanol, a suha masa može se mljeti u pelete koji se mogu spaljivati u pećima za proizvodnju toplinske i električne energije.

Anaerobnom fermentacijom iz biomase nastaje metan. Bioplin nastao fermentacijom bez prisutnosti kisika sadrži volumni omjer metana i ugljikova dioksida 2:1, a nastaje također i znatna količina sumporovodika (H_2S), te dušika i vodika. Fermentacija se odvija u dvije faze pri temperaturama od 10-40 stupnjeva, a pri višim temperaturama proces je znatno brži. Prva faza je tzv. "kiselo vrenje", a druga "metansko vrenje". Mikroorganizmi koji sudjeluju u procesu razgradnje zahtjevaju neutralan pH (7-8,5). Nakon fermentacije dobija se kvalitetno umjetno gnojivo.

Bitno je naglasiti doprinos metana u ovisnošću o porijeklu biomase. Biljna biomasa ima puno veće prinose metana u odnosu na stajski gnoj, međutim stajski gnoj u sebi već sadrži potrebne mikroorganizme koji su potrebni za anaerobnu digestiju te samim time ubrzava sustav. Dobiveni bioplin može se koristiti za zagrijavanje prostorija te proizvodnju električne energije. Najekonomičnije je proizvoditi električnu energiju gorenjem metana u plinskim turbinama, a toplinu koja se emitira koristiti za zagrijavanje.

Količina biootpada u Osijeku iznosi cca 4000 tona godišnje. Ukoliko bi se iniciralo odvajanje biootpada on bi postao sigurna i kontinuirana sirovina za bioplinsko postrojenje na samoj lokaciji, uz biološki otpad koji nastaje kao nusprodukt samog rada akvaponijskog sustava.

ALGAKULTURA

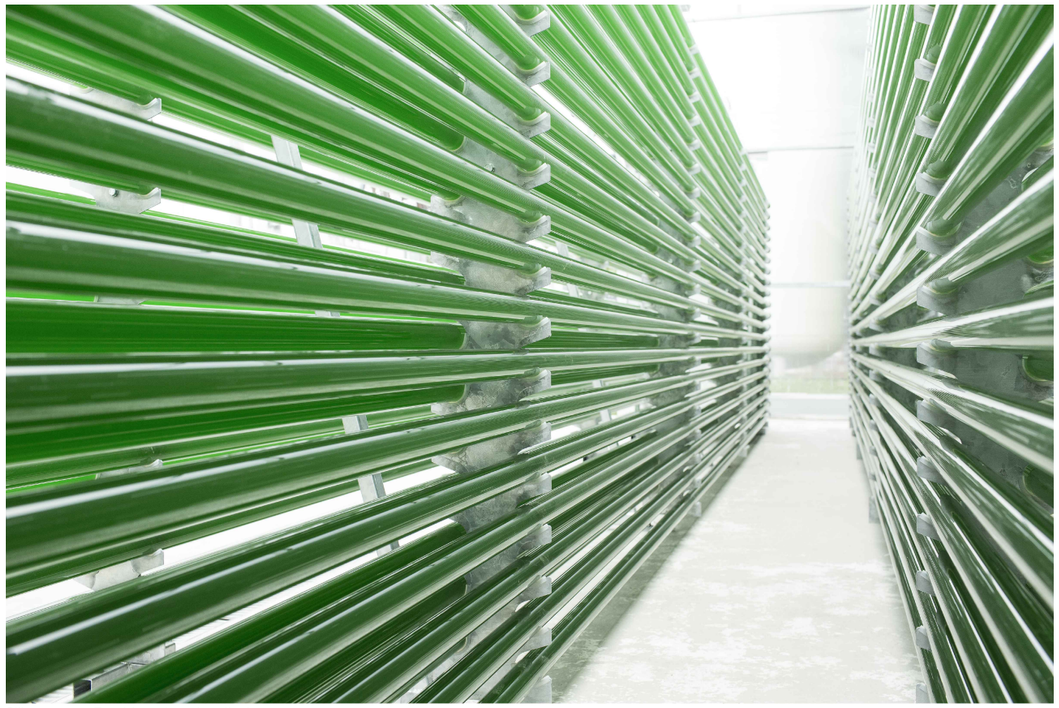
Algakultura je dio akvakulture koji uključuje uzgoj vrsta algi. Većina algi koje se uzgajaju pripadaju mikroalgama (fitoplankton). Makroalge također imaju svoju komercijalnu i industrijsku upotrebu, ali zbog svoje veličine i specifičnih zahtjeva još uvijek čine neznatan dio algakulture.

Uzgajanje algi ima mnogo namjena, uključujući produkciju hranjivih suplemenata koji sadrže omega-3 masne kiseline ili prirodna bojila, gnojiva, bioplastiku, lijekovi, te biodizel.

Za uzgoj algi neophodni su ugljikov dioksid, minerali i svjetlost, a ostali zahtjevi ovise o vrstama koje se uzgajaju. Glavna kemijska reakcija rasta algi uključuje sintezu ugljikovog dioksida i vode uz pomoć svjetlosti, da bi dobili glukozu, oslobodili kisik i vodu. Temperatura za uzgoj algi također ovisi o vrsti, ali općenito varira od 22 - 35° C. U tipičnom sistemu za uzgoj algi, poput otvorenih jezera, svjetlost dopire tek do prvih 75-100 mm vode od površine. Kako alge rastu i njihova koncentracija postaje veća, sve manje i manje svjetlosti dopire ispod površine. Direktna sunčeva svjetlost je prejaka za alge, iako se obično uzgajaju na direktnom svjetlu budući da donji slojevi dobijaju idealniju količinu svjetla. Ukoliko se uzgajaju u dubljim jezerima potrebno je osigurati konstantno miješanje smjese u bazenu, kako bi se povećala produktivnost. Mogu se uzgajati i u fotobioreaktorskim cijevima, koje imaju optimalniji odnos površine i dubine. Budući da se radi o cijevima promjera 10-20cm, svjetlost prodire u sve slojeve.

Skupljanje biomase od algi odvija se na dnevnoj razini, a jedan od načina za njihovo skupljanje je sedimentacijska cijev. To je vertikalna cijev koja se napuni algama, te se kroz vrijeme dogodi segregacija slojeva, alge padaju na dno, voda ostaje u sredini dok lipidi plutaju na vodi. Ovisno o vrsti, alge imaju dnevnu produktivnost od 2-3 g/L, čime prestižu sve druge poljoprivredne kulture u odnosu mase po jedinici površine.

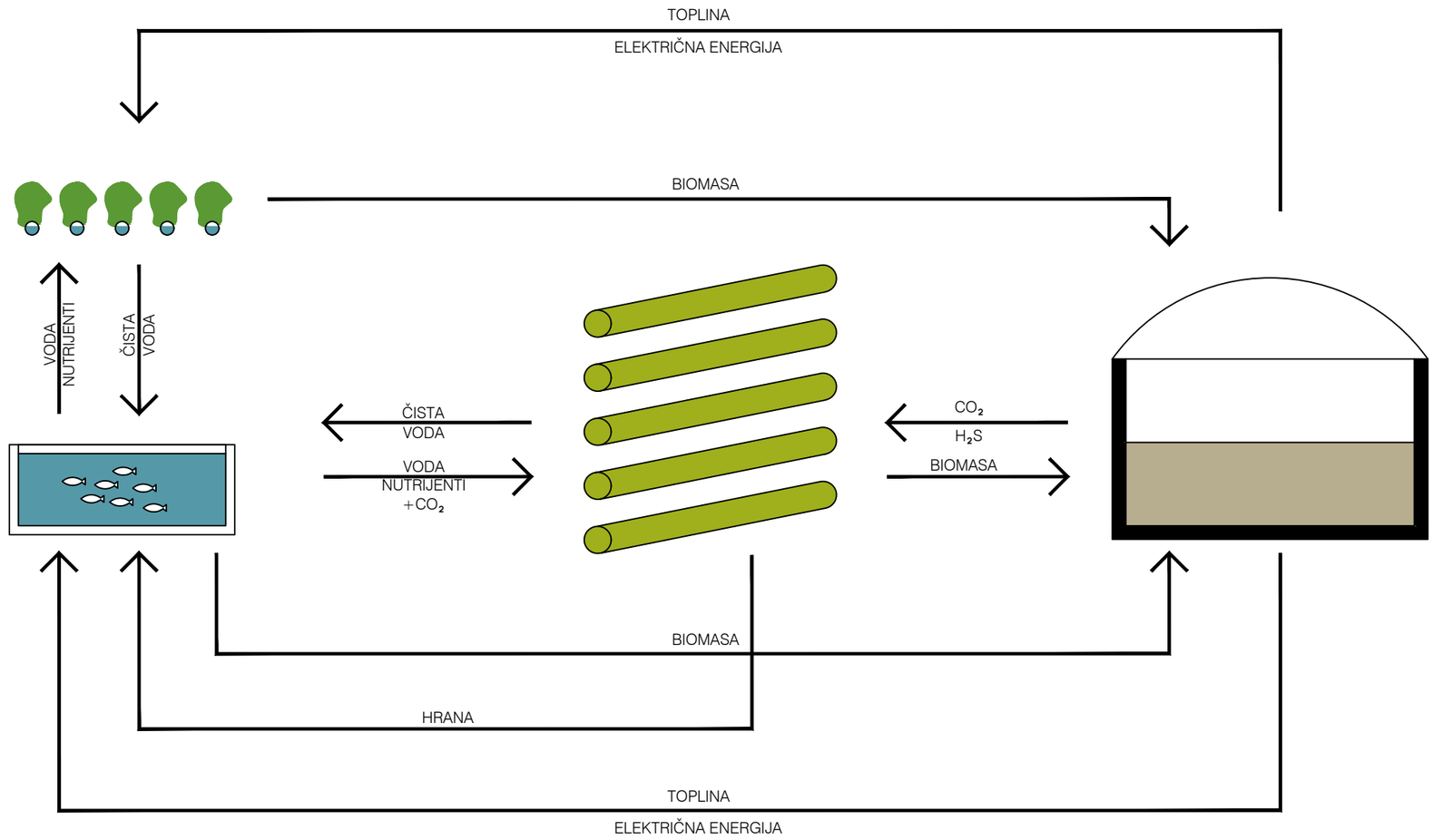
Slika 25 Bioplinsko postrojenje



Slika 26 Fotobioreaktorske cijevi

SHEMA FUNKCIONIRANJA SUSTAVA

Voda iz bazena gdje se uzgajaju ribe cirkulira kroz cijevi u kojima se uzgajaju biljke. Biljke apsorbiraju nutrijente te se čista voda vraća nazad u riblji bazen. Dio vode koji je potrebno zamijeniti kako bi se sustav očistio od akumulacije toksičnih spojeva kao i CO_2 šalje se u fotobioreaktorske cijevi u kojima se uzgajaju alge, koje pak apsorbiraju te toksične tvari kao i CO_2 te obogaćuju vodu kisikom i omogućuju njezino vraćanje u sustav. Voda za uzgoj algi miješa se sa otopinom CO_2 i H_2S koji nastaju kao nusprodukt u bioplinskom postrojenju, a topivi su u vodi za razliku od metana koji nije. Paljenjem metana dobijamo električnu i toplinsku energiju kojom opskrbljujemo biljke umjetnom rasvjetom i grijemo prostore plastenika.



Slika 27 Dijagram

Shema sustava

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

AKVAPONIJSKI UZGOJ

UZ PRIMJENU DOPUNSKOG OSVJETLJENJA

Komentor: doc. dr. sc. Božidar Benko

Student: Damir Đurović

AKVAPONIJA

Akvaponija je sustav koji kombinira konvencionalnu akvakulturu (uzgajanje riba i drugih vodenih životinja poput puževa, rakova ili škampa) sa hidroponskim uzgojem biljaka u simbiotskom udruženju. U tradicionalnoj akvakulturi ekskrementi uzgajnih životinja mogu se akumulirati u vodi povećavajući toksičnost. U akvaponijskom sustavu voda cirkulira iz akvakulture u hidroponski sustav, gdje se nusprodukti akvakulture uz pomoć nitrifikacijskih bakterija razgrađuju u nitrate i nitrite, koje biljke koriste kao nutrijente, a voda se vraća nazad u akvakulturu.

Budući da se koriste temeljni principi postojećih hidroponskih i akvakulturnih tehnika uzgoja, oni predstavljaju osnovu za sve akvaponijske sustave. Veličina, kompleksnost te vrsta hrane koja se uzgaja u akvaponiji varira poput u bilo kojoj poljoprivrednoj uzgojnoj disciplini.

Akvaponija svoje korijene vuče još od Asteka, koji su kultivirali agrikulturne otoke zvane „chinampas“ u sustavu koji se smatra prvim oblikom akvaponije u agrikulturi gdje se biljke uzgajaju na nepomičnim (ponekad pomičnim) otocima u plitkim jezerima i posipaju otpadnim materijalima iz Chinampa kanala za umjetno navodnjavanje biljaka. U južnoj Kini, Tajlandu i Indoneziji imali su rižina polja u kombinaciji sa ribama. Takvi polikulturni poljoprivredni sistemi postojali su u mnom dalekoistočnim zemljama gdje su uzgajali orijentalni čikovi, močvarne jegulje, šaran, karas i jezerski puževi.

Slika 1. Chinampas

Razvoj suvremene akvaponije veže se uz razne radove New Alchemy Institute i Dr. Mark McMurtrya. Inspirirani njegovim postignućima drugi instituti ga ubrzo počinju slijediti. Prvo akvaponijsko istraživanje u Kanadi bio je manji sustav pridodan postojećem akvakulturnom istraživanju u Lethbrigdeu, Alberta. Kanada je svjedočila povećanju potražnje akvaponijskih komercijalnih sustava, koje uzgajaju visoko vrijednosne usjeve poput pastrve i zelene salate. Sustav temeljen na dubokovodnim sistemima razvijen od strane University of Virgin Islands izgrađen je u Brooksu, Alberta, gdje su Dr. Nick Savidov i kolege istraživali akvaponiju sa aspekta biljaka. Otkriveno je kako sustav dobro funkcionira i pri nižim pH razinama, koji odgovara biljkama ali ribama ne.

DIJELOVI AKVAPONIJE

Akvaponija se sastoji od dva glavna dijela - akvakulturnog - gdje se uzgajaju vodene životinje i hidroponskog - uzgoj biljaka. Akvakulturne otpadne vode kao rezultat nepojedene hrane ili uzgoja riba akumuliraju se u vodi zbog zatvorenosti sustava većine akvakulturnih sistema. Takva voda postaje toksična za vodene životinje u velikim koncentracijama, ali sadrži visoke razine nutrijenata potrebne za rast i razvoj biljaka. Iako se uglavnom sastoje od ova dva navedena dijela, akvaponijski sistemi često se grupiraju u nekoliko komponenti ili podsustava zaduženih za uklanjanje krutih otpada, dodavanja lužina kako bi se neutralizirala voda ili samo održavanje oksigenacije vode.

Tipični sustavi uključuju:

- Uzgojni bazen za rast i razmnožavanje riba;
- Sustav za uklanjanje nepojedene hrane nepojedene hrane;
- Biofilter gdje rastu nitrifikacijske bakterije pretvaraju amonijak u nitrite i nitrate;
- Hidroponski podsustav za uzgoj bilja bez upotrebe tla;
- Najniži dio sistema gdje se voda nakuplja i pumpa natrag u uzgojni bazen.

Akvaponijski sustav oslanja se na različite žive dijelove kako bi uspješno funkcionirao - biljke, ribe i bakterije. Neki sustavi uključuju i crve.

Slika 2. Akvaponija – uzgojni bazen

BILJKE

Mnoge biljke su pogodne za uzgoj u akvaponijskim sustavima, a ovisi o zrelosti sustava i gustoći riba u uzgojnom bazenu. Zeleno lisnato povrće s niskim do srednjim zahtjevima za nutrijentima dobro je prilagođeno akvaponijskim sustavima - kineski kupus, zelena salata, bosiljak, špinat, vlasac, potočarka. Druge biljke, poput rajčice, krastavaca i paprika imaju veće nutritivne zahtjeve te uspijevaju samo u zrelim akvaponijskim sustavima sa velikom gustoćom riba.

Profitabilne biljke za akvaponijske sustave su kineski kupus, salata, bosiljak, ruže, rajčice, dinja i paprika zvonolikog oblika ploda. Druge vrste koje uspijevaju dobro u akvaponijskim sustavima su još i peršin, korijandar, limunska trava, cvjetača, rotkvica, grah, grašak, lubenice, luk, brokula, batat, karfiol, kupus.

RIBE

Najčešće uzgajane u akvaponijskim sustavima su slatkovodne ribe. Postoje mnoge vrste toplovodnih i hladnovodnih riba koje se dobro prilagođavaju akvaponijskom sustavu. U praksi, tilapia je najčešće uzgajana riba za kućne ili komercijalne sustave koji nastoje uzgojiti ribe jer dobro podnosi veće gustoće i promjenjivu kvalitetu vode. Srebrni smuđ i som se također često uzgajaju. Osim navedenih vrsta druge prikladne vrste su pastrva, šaran te prugasti grgeč.

BAKTERIJE

Nitrifikacija, aerobno pretvaranje amonijaka u nitrate je jedna od najbitnijih funkcija u akvaponijskom sustavu budući da smanjuje toksičnost vode za ribe i omogućuje apsorpciju nitrata od strane biljki. Amonijak dospijeva u vodu iz ekstremenata i škrga riba kao produkt njihova metabolizma. Mora se uklanjati iz vode budući da veće koncentracije amonijaka (0.5 - 1ppm) mogu usmrtiti ribe. Iako biljke mogu apsorbirati amonijak u određenoj mjeri, nitrati se apsorbiraju puno lakše. Amonijak se može pretvoriti u druge dušične spojeve kroz populacije dvaju grupa bakterija - *Nitrosomonas* - bakterije koje pretvaraju amonijak u nitrite, te *Nitrobacter* - koje pretvaraju nitrite u nitrate.

HIDROPONSKI PODSUSTAV

Biljke se uzgajaju kao u hidroponskom sustavu, s korijenima uronjenima u hranjivoj otopini. Nakon što voda prođe kroz hidroponski sustav, pročišćena je i obogaćena kisikom, vraća se u sustav akvakulture, te se nastavlja dalje u krug.

Plutajući hidropon (deep water/raft) akvaponija - stiropor koji pluta na relativno dubokom bazenu vode.

Recirkulirajuća akvaponija – čvrsti mediji poput mrvljenih vulkanskih stijena ili eskpandirane gline u kontejneru koji je potopljen vodom iz akvakulture. Ovaj tip akvaponije naziva se „zatvorenom petljom".

Naizmjenična akvaponija - čvrsti medij koji je ili potopljen ili suh koristeći različite vrste sifona.

Drugi sistemi - koji koriste tornjeve koji propuštaju vodu od vrha, NFT tehnika hranjivog filma, plastične bačve presječene na pola sa šljunkom ili stiroporom. Svaki sustav ima svoje prednosti i nedostatke.

Budući da biljke u različitim razdobljima rasta zahtjevaju druge količine minerala i nutrijenata, biljke se kombiniraju po starosti kako bi potreba za nutrijentima bila stabilna, kao i čišćenje vode od toksina.

BIOFILTER

U akvaponijskom sistemu, bakterije odgovorne za pretvorbu amonijaka u nitrate za biljke stvaraju biofilm na svim čvrstim površinama duž sustava koje su u stalnom doticaju s vodom. Korijenje biljaka zajedno ima veliku površinu na kojoj se bakterije mogu akumulirati. Zajedno s koncentracijama amonijaka i nitrita u vodi, dostupna površina određuje brzinu kojom će se proces nitrifikacije događati. Briga o bakterijama izuzetno je bitna, upravo zato akvaponijski sustavi često imaju zasebne biofilterske jedinice koje olakšavaju i ubrzavaju razvoj bakterijskih kultura. Sustav sa količinom amonijaka 0,25 - 2,0 ppm; nitriti variraju od 0,25 - 1 ppm, dok se nitrati kreću od 2 do 150 ppm. Mlađi sustavi imaju veću količinu amonijaka (do 6 ppm), te nitrita (do 15 ppm). Budući da nitrifikacija smanjuje pH vrijednost vode, za neutraliziranje vode dodaju se kalijev ili kalcijev hidroksid. Dodatno, određeni minerali ili nutrijenti poput željeza mogu se dodati u vodu. Dobra metoda za eliminaciju nakupljanja krutog otpada je upotreba crvi, koji pretvaraju čvrste organske tvari u tekuće kako bi ih biljke mogle apsorbirati.

DOPUNSKO OSVJETLJENJE

Dopunsko osvjetljenje je umjetni izvor svjetlosti, obično električna svjetlost, dizajnirana kako bi stimulirala rast biljaka emitirajući elektromagnetski spektar primjeren za fotosintezu. Dodatna rasvjeta koristi se gdje nema prirodnog osvjetljenja ili gdje je potrebno dodatno. Tijekom zimskih mjeseci kada se smanjuje vrijeme sunčanih sati, rasvjeta se koristi kako bi produžila vrijeme u kojem biljke dobivaju svjetlo. Ukoliko biljke ne dobivaju dovoljno svjetla izdužuju se.

Dodatna rasvjeta ili pruža čitav spektar sličan suncu ili dostavlja spektar koji je prilagođen vrsti koja se uzgaja. Vanjski uvjeti mimikriraju se s raznim bojama, temperaturama te spektralnim izlazima iz dodatne rasvjete. Ovisno o vrsti biljke, stadiju kultivacije (klijanje, vegetativna faza, cvjetanje) te zahtjevu svjetlosti, specifični dijelovi spektra, luminiscencija i temperatura svjetla su poželjni sa specifičnim biljkama i vremenskim periodima. Dopunska rasvjeta koristi se za hortikulturu, unutarnje vrtove, razmnožavanje billjaka ili produkciju hrane, uključujući hidroponske i vodene biljke.

U skladu sa zakonom inverznog kvadrata - intenzitet svjelosti iz nekog točkastog izvora koji osvjetljava neku površinu obrnuto je proporcionalan s kvadratom udaljenosti te površine od izvora (ukoliko je objekt duplo udaljeniji, prima četiri puta manje svjetla). Mnoge tehnike se razvijaju kako bi se postigla što veća učinkovitost, uz upotrebu reflektora koji maksimiziraju učinkovitost izvora svjetlosti (dopunske rasvjete).

Postoji više vrsta rasvjetnih tijela koja se mogu koristiti kao dopunska rasvjeta, a to su: žarulje sa žarnom niti, fluorescentne žarulje, HID (High intensity discharge), LED (Light-emitting diodes). Uzgajivači cvijeća obično koriste HPS (High pressure sodium) i MH (Metal halide) HID lampe, ali fluorescentne i LED zamjenjuju metal halidne zbog njihove učinkovitosti i ekonomičnosti.

VRSTE RASVJETNIH TIJELA

HIGH INTENSITY DISCHARGE (HID)

HID su trenutno najpopularnija rasvjetna tijela. Bolje su od svih drugih rasvjetnih tijela po lumen-po-watt učinkovitosti. Nekoliko tipova HID svjetala uključujući metal halide, high pressure sodium i konverzijske sijalice. Metal Halogene isijavaju spektar koji je usporediv sa suncem i može se koristiti za uzgoj biljaka.

Metal Halidne (MH)

Metal Halogene žarulje su tip HID koje emitiraju svjetlost u plavom i ljubičastom dijelu spektra, sličan vanjskoj svjetlosti u proljeće. Zbog njihovog sličnosti sa sunčevim spektrom, neki uzgajivači tvrde da biljke izgledaju bolje pod MH nego pod ostalim tipovima HID-a. Potrebno ih je zamijeniti jednom godišnje, u usporedbi sa HPS koje traju dvostruko duže.

Metal halogene žarulje raširene su u hortikulturnoj industriji i podržavaju biljke u njihovim ranim fazama razvoja utječući na jače korijenje, veću otpornost na bolesti te kompaktniji rast. Plavi spektar svjetlosti potiče kompaktniji, lisnatiji rast i prikladan je za uzgoj vegetativnih biljaka s mnoštvom listova. MH isijava 60-125 lumena/W.

Slika 3. Metal Halid

Ceramic Metal Halide (CMH, CDM, LEC)

Relativno nova vrsta HID rasvjete. Pražnjenje se zadržava unutar keramičkog materijala – tzv. PCA, koji je sličan materijalu korištenom kod HPS.

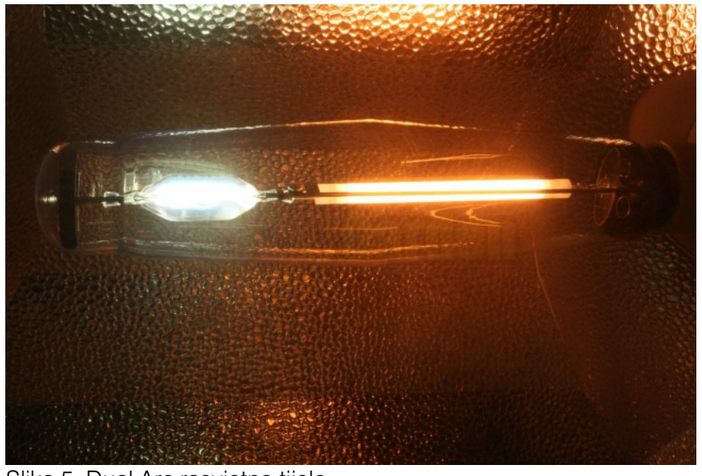
Natrijeve visokog pritiska (HPS)

Učinkovitije su od MH. Emitiraju svjetlost u žutom/crvenom dijelu spektra.HPS svjetla također se koriste kao jedini izvor svjetla tijekom vegetativne i reproduktivne faze. Budući da donose više energije u polju crvenog spektra, potiču cvjetanje. Koriste se kao suplementarno prirodno svijetlo u staklenicima ili MH, ili kao jedinstven izvor svjetla. Ukoliko se koriste u vegetativnoj fazi, biljke rastu malo brže, no mogu biti svekupuno nešto dulje od uobičajenog.

Slika 4. Uzgoj rajčica sa HPS rasvjetom

Kombinacija MH i HPS ("Dual Arc")

Kombinacijom ovih dvaju rasvjetnih tijela u istoj žarulji dobijamo crveni i plavi spektar u jednoj HID žarulji. Ovo je pokušaj ostvarivanja širokog spektra unutar jednog rasvjetnog tijela. To omogućuje jednu žarulju tijekom cijelog životnog ciklusa biljaka, od vegetativne faze do cvjetanja.



Slika 5. Dual Arc rasvjetno tijelo

LIGHT-EMITTING DIODES (LED)

U posljednje vrijeme na tržištu se ističe LED tehnologija rasvjetnih tijela. Korištenjem LED rasvjete mogu se postići specifične valne duljine. NASA je testirala LED rasvjetu zbog svoje visoke učinkovitosti za uzgoj hrane u svemiru.

LED rasvjetna tijela sastavljena su od mnoštva dioda. Ne zahtjevaju nikakve intervencije na strujnoj mreži, za razliku od iznad spomenutih. Vrlo lako se mogu prilagoditi kako bi emitirali točno određeni spektar i specifične valne duljine svjetla. Poznato je da crveni i plavi spektar imaju utjecaja na formaciju korjena, rast biljke, cvat, ali nema dovoljno znanstvenih studija i praktičnih istraživanja koja bi potvrdila određene omjere boja za optimalan rast i razvoj biljaka ispod LED rasvjete. Trebale bi se postaviti najmanje 30cm od biljke, kako bi se spriječilo spaljivanje listova. Obično su skuplje (gledano cijenu W/W), no njihova trajnost je bitan faktor učinkovitosti.

Slika 6. Led rasvjetna tijela

FLUORESCENTNE

Fluorescentna svjetla dolaze u mnogim formama, kao tube ili spiralne žarulje. Dostupne su i u temperaturama od 2700 K do 10000 K. Luminiscencija im je 60-90 lm/W. Dva glavna tipa fluorescentnih rasvjetnih tijela koriste se za uzgoj biljaka.

Slika 7. Fluorescentne cijevi

Fluorescentne cijevi

Fluorescentne cijevi nisu intenzivne kao HID i obično se koriste za uzgoj biljaka u kilam komorama, ili u počecima nicanja. Standardno dolaze u raznim formama, T5, T8 i T12. Najsvjetlija je T5. Imaju životni vijek od 20000h. Fluorescentne cijevi proizvode 33-100 lm/W, ovisno o formi i snazi.

Kompaktne fluorescentne žarulje (CLF)

CLF su manje verzije fluorescentnih cijevi. One su zamijenile dio žarulja sa žarnom niti u kućanstvima budući da su štedljivije u pogledu potrošnje struje i imaju veći životni vijek. U nekim slučajevima koriste se i kao dodatna rasvjeta, no kao i fluorescentne cijevi, dostatne su u situacijama gdje je potrebno slabo svjetlo. Također proizvode se posebne CFL žarulje za uzgoj biljaka. Obično se prodaju sa posebno dizajniranim reflektorima koji usmjeruju svjetlo prema biljkama, poput HID rasvjete. Dostupne su verzije od tople bijele (crvene) 2700K, bijele svjetlosti 5000K te hladne bijele (plave) 6500K.

SVJETLOSNI SPEKTAR

Prirodno svjetlo ima visoku temperaturu boje (5000-5800 K). Boja vidljive svjetlosti varira ovisno o vremenu i kutu upada sunčevih zraka, te specifičnih kvaniteta svjetlosti (u lumenima). Kut upada svjetlosti varira ovisno o godišnjim dobima i nije uvijek isti, stoga je sjeverna polutka pola godine nagnuta prema suncu i dobija skoro direktno osvjetljenje dok južna ne, i obrnuto. Sunčev spektar se pak ne mijenja, mijenja se samo njegova količina (najizraženije zimi i ljeti). Već je spomenuto kako različiti stadiji biljki zahtjevaju različit spektar svjetlosti. Sposobnost biljke da apsorbira svjetlost mijenja se od vrste i okoline, međutim, mjerna jedinica kvalitete svjetlosti koja dolazi do biljki mjeri se sa PAR vrijednosti (Photosynthetically Active Radiation). Mjeri korisnu svjetlost koju biljka dobije i spektar pokazujje da biljke preferiraju plavi i crveni dio spektra dok ne reagiraju na zeleni i žuti dio.

Potrebno je odrediti zahtjeve biljaka za svjetlošću kako bi se postigao optimalni rast. Dodatna rasvjeta mora oponašati prirodno svjetlo na koje je biljka adaptirana. Ukoliko ne dobije dovoljno svjetla, biljka neće rasti, bez obzira na okolnosti. Primjerice, povrće najbolje raste tijekom ljeta, stoga je u zatvorenim sustavima potrebno osigurati takve uvjete. Dok Filodendron raste u sjeni i potrebno mu je puno manje svjetla.

FOTOPERIODIZAM

Mnoge biljke zahtjevaju noćne i dnevne periode – efekt znan kao fotoperiodizam, kako bi se potaknulo cvjetanje. Stoga se svjetla mogu paliti i gasiti u određeno vrijeme. Optimalni odnos mračnog i svijetlog dijela ovisi o vrsti i varijaciji – neke preferiraju duže dane i kraće noći dok druge obrnuto ili podjednako trajanje oba perioda.

Fotoperiodu se pridaje puno pažnje kada se raspravlja o razvoju biljaka. Broj mračnih sati određuje ponašanje biljke na svjetlu. Općenito, kratak dan predstavlja svijetao period ne duži od 12 sati. Dugi dan je trajanje svijetlog perioda više od 14 sati. Postoje biljke koje cvjetaju samo pri kratkom danu, i one koje cvjetaju samo pri dugom danu, dok postoje i one koje cvjetaju bez obzira na fotoperiod.

POPIS LITERATURE

1. *Rakocy, James E.; Bailey, Donald S.; Shultz, R. Charlie; Thoman, Eric S. "Update on Tilapia and Vegetable Production in the UVI Aquaponic System" (PDF). University of the Virgin Islands Agricultural Experiment Station*
2. *Boutwelluc, Juanita (December 15, 2007). "Aztecs' aquaponics revamped". Napa Valley Register*
3. *Rogosa, Eli. "How does aquaponics work?"*
4. *Integrated Agriculture-aquaculture: A Primer, Issue 407. FAO. 2001. ISBN 9251045992.*
5. *"Carassius carassius". Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department*
6. *"Waste Management and Environment - Floating new ideas". WME Magazine*
7. *Rakocy, James E. "Aquaculture – Aquaponic Systems".University of the Virgin Islands Agricultural Experiment Station*
8. *Fox, Bradley K.; Howerton, Robert; Tamaru, Clyde. "Construction of Automatic Bell Siphons for Backyard Aquaponic Systems" (PDF).University of Hawai'i at Mānoa Department of Molecular Biosciences and Bioengineering*
9. *Rakocy, James E.; Masser, Michael P.; Losordo, Thomas M. (November 2006). "Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics — integrating fish and plant culture" (PDF) (454). Southern Regional Aquaculture Center*
10. *Diver, Steve (2006). "Aquaponics — integration of hydroponics with aquaculture" (PDF). ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service (National Center for Appropriate Technology).*
11. *"Aquaponics systems that makes you self sustained for food".Small Garden Ideas*
12. [http://www.mv.helsinki.fi/aphalo/photobio/pdf/notes1.pdf]
13. [http://inhabitat.com/indoor-vertical-farm-pinkhouses-grow-plants-faster-with-less-energy/]
14. [http://www.ballpublishing.com/growertalks/ViewArticle.aspx?articleid=20668]

POPIS PRILOGA

Slika 1. Chinampas
[https://ezgrogarden.com/wp-content/uploads/photo-gallery/Aztec%20Chinampas/Aztec-chinampas.jpg]

Slika 2. Akvaponija – uzgojni bazen
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/CDC_South_Aquaponics_Raft_Tank_1_2010-07-17.jpg]

Slika 3. Metal Halogeno dopunsko osvjetljenje
[http://www.solarinnovations.com/]

Slika 4. Uzgoj rajčica sa HPS rasvjetom
[http://gardenspout.tv/page/3/]

Slika 5. Dual Arc rasvjetno tijelo
[www.hydroponicearth.com]

Slika 6. Led rasvjetna tijela
[http://www.illumitex.com/]

Slika 7. Fluo cijevi
[portagrow.com]

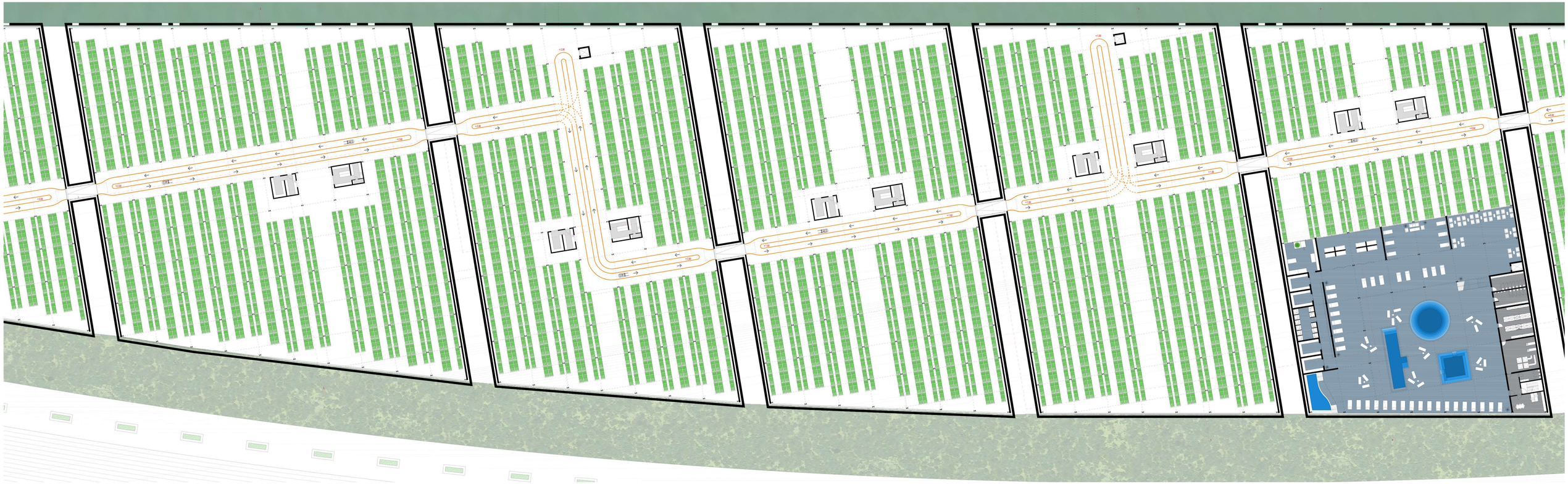
Slika 8. Prikaz sunčevog spektra

SITUACIJA_krovne plohe M 1:1000

0 25 50 75 100

SITUACIJA_prizemlje M 1:1000

0 25 50 75 100



TLOCRT_prva etaža M 1:200

0 5 10 15 20

TLOCRT_druga etaža M 1:200

0 5 10 15 20

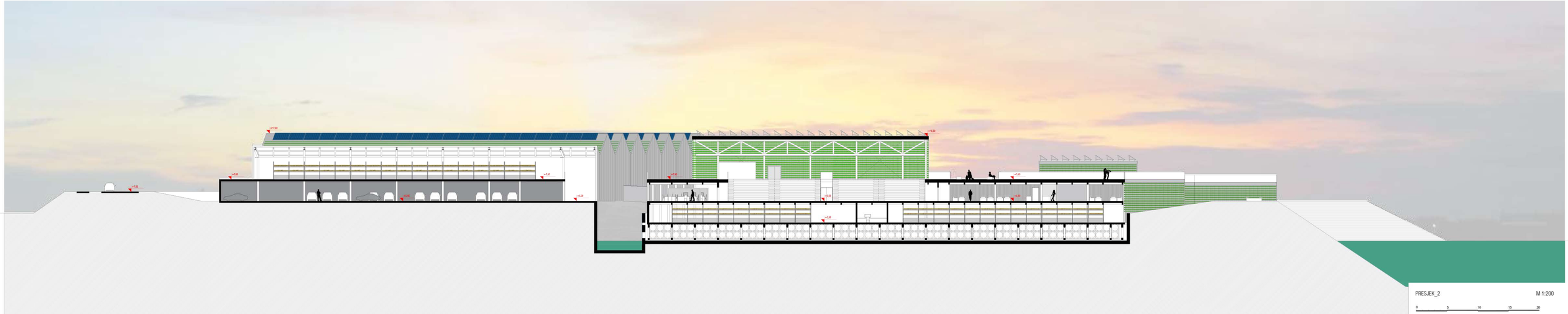
TLOCRT_treća etaža M 1:200

0 5 10 15 20

PRESJEK_1

M 1:200

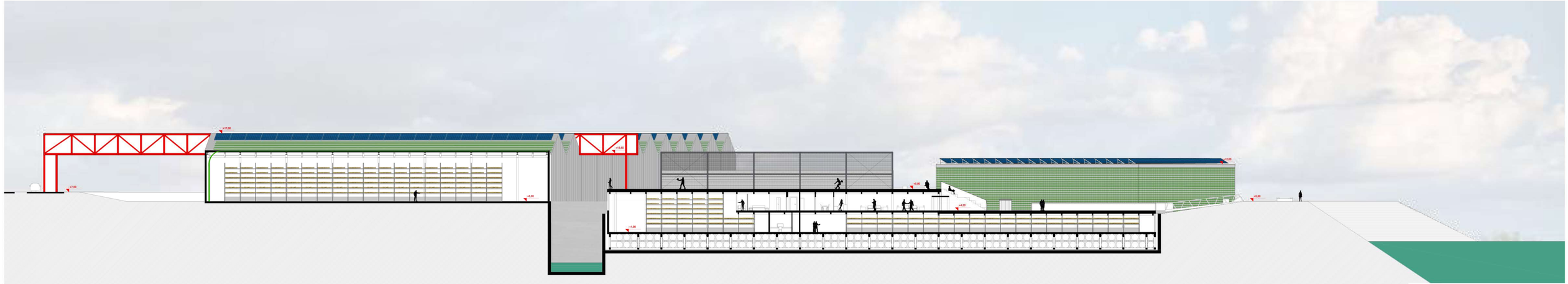
0 5 10 15 20



PRESJEK_2

M 1:200

0 5 10 15 20



PRESJEK_3

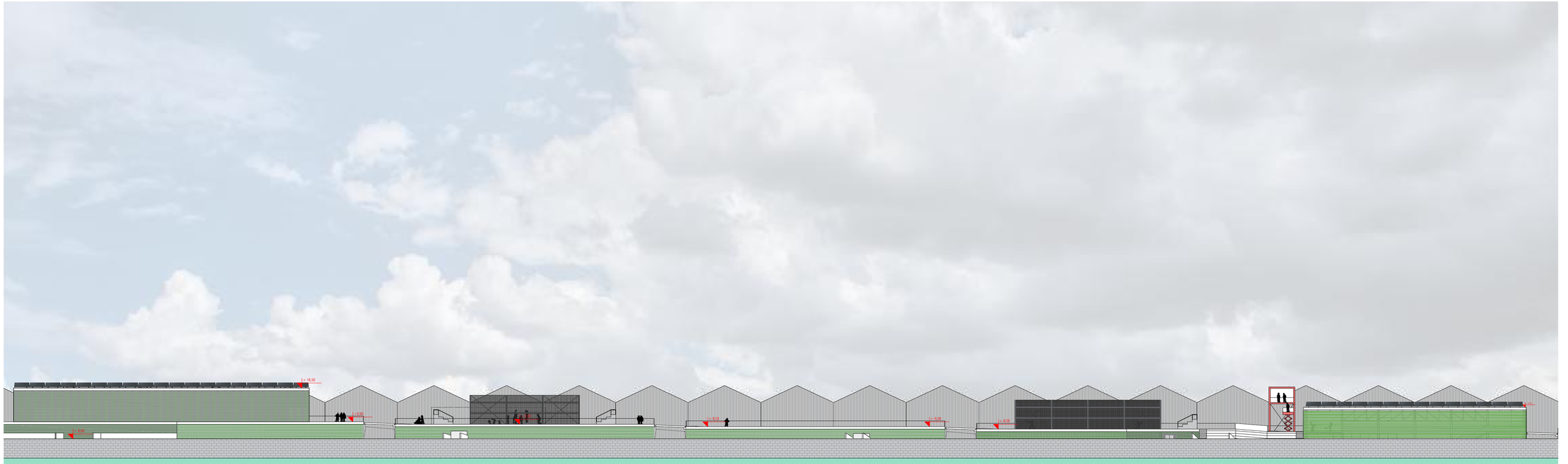
M 1:200

0 5 10 15 20

PRESJEK_4

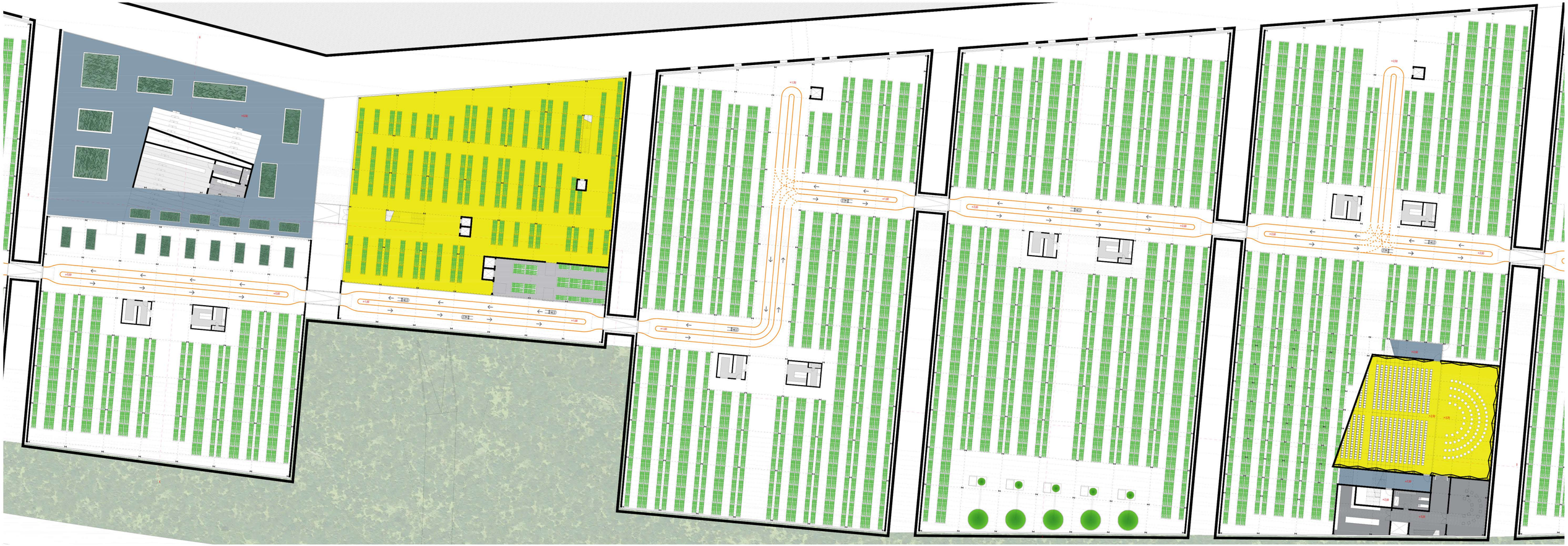
M 1:200

0 5 10 15 20



SEGMENT 1_obalno pročelje M 1:500

0 10 20 30 40 50



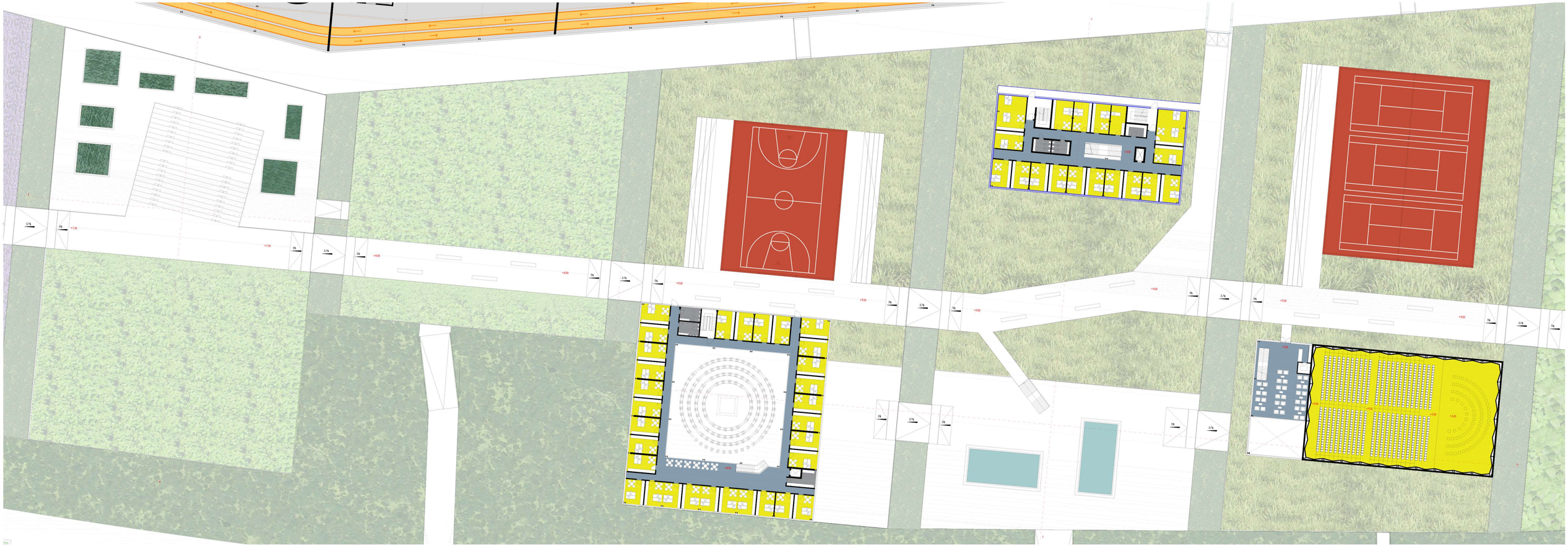
TLOCRT_prva etaža

M 1:200

0 5 10 15 20

TLOCRT_druga etaža M 1:200

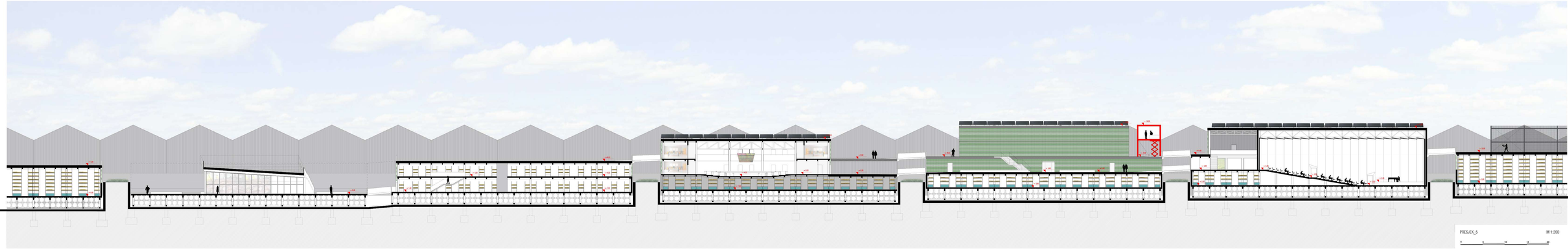
0 5 10 15 20

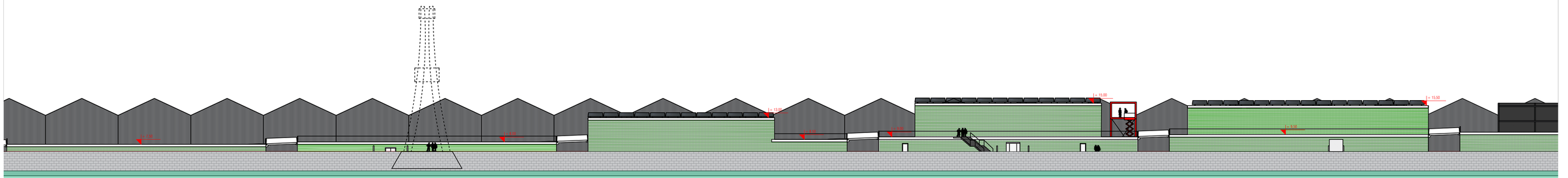


TLOCRT_treća etaža

M 1:200

0 5 10 15 20


PRESJEK_5
M 1:200
0
5
10
15
20



SEGMENT 2_obalno pročelje M 1:500

0 10 20 30 40 50