

# ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI

## POSTAVITEV AKVAPONSKEGA SISTEMA NA HRIBOVSKI KMETIJI BENEDIČIČ

Izdelava študije izvedljivosti:

Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije

Kmetijsko gozdarski zavod Kranj

Kranj, avgust 2025

## 1. Uvod

Študija izvedljivosti je bila narejena na kmetiji na Gorenjskem. Hribovska kmetija Benedičič ima 6,98 ha kmetijskih zemljišč v uporabi (travniki) in 200 m<sup>2</sup> njivskih površin. Znana je predvsem po svoji usmeritvi v pridelavo goveje živine. Na kmetiji se poleg živinoreje trenutno ukvarjajo predvsem z gozdarstvom. Poleg trenutnih dejavnosti, bi na kmetiji želeli izboljšati ekonomičnost kmetijske pridelave ter ponudbo svojih izdelkov še z uvedbo manjše akvaponske pridelave.

## 2. Povzetek

Akvaponika predstavlja visoko izvedljivo in trajnostno rešitev za pridelavo hrane, ki je primerna za posameznike in podjetja v Sloveniji. Sistem, ki združuje gojenje rib in rastlin, se odlikuje po izjemni učinkovitosti, saj porabi do 90 % manj vode kot tradicionalno kmetijstvo in omogoča do štirikrat hitrejšo rast rastlin. Poročilo analizira tehnične, finančne in operativne vidike, pri čemer obravnava širok spekter možnosti, od nizkocenovnih projektov za lastno porabo do komercialnih sistemov.

Ključne ugotovitve kažejo, da je začetni strošek za domač sistem lahko precej nizek, še posebej, če je izdelan iz recikliranih materialov. Tekoči stroški so predvidljivi in vključujejo predvsem elektriko, nakup mladice in krmo za ribe. Zakonodajni okvir v Sloveniji se osredotoča predvsem na komercialno ribogojstvo, medtem ko za domače, nekomercialne sisteme ni specifičnih predpisov, kar olajša postavitev.

Strateška analiza priporoča postopni pristop, ki se začne z enostavnim sistemom, zasnovanim na mediju, da se zmanjšajo začetna tveganja in pridobijo izkušnje z upravljanjem akvaponskega sistema. S tem pristopom lahko vsakdo preveri izvedljivost projekta za svoje specifične potrebe, bodisi za samooskrbo, izobraževanje ali kot osnovo za morebitno komercialno širitev.

### 3. Uvod v akvaponiko: Trajnostna simbioza

#### 3.1 Osnovna načela in simbiotični cikel

Akvaponika je integriran sistem pridelave hrane, ki združuje akvakulturo, gojenje vodnih organizmov, kot so ribe in hidroponiko, gojenje rastlin v vodi brez uporabe zemlje. Bistvo tega sistema je samoregulirajoči se, zaprti ekosistem, ki temelji na naravni simbiozi. Ribe proizvajajo izločke, ki so bogati z amonijem ( $\text{NH}_4$ ). Ta amonij je potencialno toksičen za ribe, vendar ga koristne nitrificirajoče bakterije, ki se naselijo v biološkem filtru in na koreninah rastlin, pretvorijo v manj škodljive nitrite ( $\text{NO}_2$ ), nato pa v nitrate ( $\text{NO}_3$ ). Nitrate so idealna oblika dušika, ki ga rastline absorbirajo kot gnojilo, s čimer se voda prečisti za ribe, kar ustvarja neprekinjen in učinkovit cikel.

Mikroorganizmi so v tem sistemu vseprisotni in ključni posredniki, ki omogočajo simbiozo med obema glavnima skupinama organizmov. Brez njihovega delovanja se ekosistem ne bi mogel vzdrževati, kar poudarja pomembnost vzpostavitve stabilne bakterijske kolonije pred polnim zagonom sistema.

### 3.2 Ključne prednosti in strateški razlogi za izvedljivost

Postavitev akvaponičnega sistema prinaša vrsto pomembnih prednosti, ki podpirajo njegovo izvedljivost:

- **Izjemna varčnost z vodo:** Akvaponični sistemi porabijo do 90 % manj vode kot klasično kmetovanje, saj se voda stalno recirkulira. Potrebno je le dopolnjevanje vode, izgubljene z izhlapevanjem in transpiracijo rastlin.
- **Hitrejša rast in večji pridelek:** Pridelava zelenjave v akvaponiki je do 4-krat hitrejša kot pri klasičnem gojenju na vrtu. Poleg tega je mogoče na 10-krat manjši površini pridobiti 20-krat več pridelka. Ta učinkovitost je še posebej pomembna za mestna okolja in prostore z omejitvami.
- **Okoljska in zdravstvena varnost:** Sistem je organski po definiciji, saj kemična gnojila in pesticidi ne smejo biti prisotni, da se ne škodi ribam. Rastline, ki ne rastejo v zemlji, so manj dovzetne za škodljivce.
- **Celoletna pridelava:** V nadzorovanem okolju, kot je rastlinjak ali zaprt prostor, akvaponika omogoča celoletno pridelavo ne glede na zunanje podnebne razmere.

Poleg merljivih finančnih in okoljskih koristi, akvaponika predstavlja tudi pomemben konceptualni premik v razmišljanju o pridelavi hrane. Gre za vzorčen primer krožnega gospodarstva v praksi, kjer odpadki enega dela sistema postanejo viri za drugega. Ta model opozarja na širše družbene in okoljske vrednosti, ki presegajo zgolj pridelavo hrane.

Zanimiva je tudi uporaba akvaponike v izobraževalnih in terapevtskih okoljih, kot je projekt ACRES, ki avtističnim posameznikom pomaga pridobiti delovne izkušnje ali projekt na Severnem Irskem, ki uči podjetniške in digitalne spretnosti. Osebna izkušnja s sistemom, postavljenim v dnevni sobi, prinaša "čudovit in pomirjujoč" občutek opazovanja rasti rastlin. Ta širša perspektiva poudarja, da izvedljivost projekta ni določena le s finančnimi podatki, temveč tudi z doseganjem ciljev, povezanih s trajnostnim življenjem, samooskrbo in osebnim počutjem.

#### 4. Analiza tipologije akvaponičnih sistemov

Razumevanje različnih tipov akvaponičnih sistemov je ključno za načrtovanje in izbiro najprimernejše postavitve. Vsak sistem ima edinstvene prednosti in slabosti, ki vplivajo na zahtevnost, stroške in primernost za določene rastline.

##### 4.1 Sistemi na osnovi medija (Media-Based)

Ta sistem uporablja gredico, napolnjeno z inertnim medijem, kot so gramoz, pesek ali ekspanzirana glina (glinopor). Voda iz gojitvenega bazena se črpa v gredico, kjer rastline črpajo hranila, nato pa se prečiščena voda vrne v gojitveni bazen za ribe.

Glavna prednost tega sistema je njegova funkcionalna integracija. Medij deluje kot mehanski filter, ki ujame trdne delce ribjih odpadkov, in kot biološki filter, saj njegova velika površina nudi idealno okolje za razcvet nitrificirajočih bakterij. Ta dvojna funkcija poenostavi celotno zasnovo in odpravi potrebo po ločenih filtrirnih enotah, kar ga dela najbolj robustnega in najbolj primernega za začetnike.

## 4.2 Sistemi z globoko vodno kulturo (DWC)

Pri sistemu DWC (Deep Water Culture) korenine rastlin lebdijo na splavih v velikih vodnih koritih. Voda je neprestano prezračevana z zračnimi črpalkami.

DWC je cenjen zaradi svoje preprostosti in stabilnosti. Velik volumen vode deluje kot puferski sistem, ki zagotavlja stabilne ravni pH in hranil, kar zmanjšuje tveganje za nenadne spremembe, ki bi lahko škodovale rastlinam. Sistem je primeren za širok nabor rastlin, vključno z listnato zelenjavo, zelišči in večjimi plodovkami.

## 4.3 Sistemi s hranilnim filmom (NFT)

Tehnika NFT (Nutrient Film Technique) vključuje neprekinjeno kroženje tankega filma hranilne raztopine (debelina približno 1-3 mm) čez korenine rastlin, ki se nahajajo v nagnjenih kanalih ali ceveh.

Glavna prednost sistemov NFT je njihova izjemna prostorska učinkovitost, še posebej pri vertikalni postavitvi, kar omogoča visoke donose na majhnem območju. Sistem uporablja minimalno količino substrata, kar olajša pregled in vzdrževanje korenin. Najprimernejši je za majhne rastline s plitvimi koreninskimi sistemi, kot so solata, zelišča in jagode.

#### 4.2.1 2.4. Hibridni sistemi

Hibridni sistemi združujejo elemente različnih tipologij, da bi izkoristili njihove prednosti. Zgled hibridnega sistema je kombinacija plavajočih splavov DWC in črpalke, ki kroži vodo na način, podoben NFT. Ti inovativni sistemi ponujajo boljšo stabilnost zaradi večjega volumna vode, hkrati pa zagotavljajo stalen pretok hranil.

Zanimivo je opaziti, da je zaznana preprostost DWC in NFT sistemov lahko zavajajoča. Medtem, ko so rastlinski deli teh sistemov morda enostavni za postavitve in upravljanje, je nujno, da v nasprotju s sistemi na osnovi medija, ki delujejo kot integrirani filtri, DWC in NFT sistemi uporabljajo ločeno mehansko in biološko filtracijo (npr. z uporabo vrtničnih separatorjev in biofiltrir z biokroglicami), da se prepreči nabiranje trdnih odpadkov in poškodbe korenin. Zaradi tega tehničnega vidika, ki ni takoj očiten, lahko postanejo DWC in NFT sistemi bolj zapleteni za postavitve in imajo več potencialnih točk okvare kot na videz preprostejši sistemi na osnovi medija. Za začetnika je torej boljši začetek s sistemom na osnovi medija, ki združuje filtracijske funkcije in s tem zmanjšuje kompleksnost in začetna tveganja.

Tabela 1: Primerjalna analiza tipov akvaponičnih sistemov

Funkcija	Sistemi na osnovi medija	Sistemi DWC	Sistemi NFT
<b>Enostavnost postavitve</b>	Visoka	Visoka (za rastlinski del)	Zmerna
<b>Filtracija</b>	Integrirana (medij)	Zunanja (obvezna)	Zunanja (obvezna)
<b>Poraba vode</b>	Visoka (v primerjavi z NFT)	Visoka (velik volumen)	Nizka (tanek film)
<b>Učinkovitost prostora</b>	Nizka	Zmerna	Visoka (še posebej vertikalno)
<b>Primernost za rastline</b>	Različne (vključno s plodovkami)	Širok nabor, tudi večje	Majhne rastline, plitke korenine
<b>Glavne prednosti</b>	Zanesljivost, robustnost, integrirana filtracija, idealno za začetnike	Stabilnost, preprostost, idealno za večje rastline	Visoka učinkovitost pridelave, prostorska varčnost
<b>Glavne slabosti</b>	Teža, manjša varčnost z vodo	Potrebna dodatna filtracija, občutljivost z temperaturo	Odvisnost od črpalke (visoko tveganje), ni primerno za velike rastline

## 5. Biološki in okoljski parametri

Izbira in pravilna vzgoja živih organizmov sta ključna dejavnika za uspešno delovanje akvaponičnega sistema.

### 5.1 Izbira primernih vrst rib

Izbir rib je odvisen od namena pridelave (za prehrano ali okras), zahtevnosti upravljanja in podnebnih dejavnikov. Za domače, kot tudi komercialne sisteme so primerne predvsem sladkovodne ribe.

- **Začetniki in okrasni namen:** Gupiji (*Poecilia reticulata*) in zlate ribice so odlična izbira. So odporne, prenašajo širši razpon pogojev in proizvajajo kakovostno gnojilo za rastline.
- **Za prehranski namen:** Za komercialne in domače sisteme, namenjene pridelavi rib za hrano, se pogosto uporabljajo tilapija, som in postrv, predvsem zaradi njihove odpornosti in hitre rasti.

### 5.2 Izbira primernih vrst rastlin

Večina rastlin s plodovi nad zemljo dobro uspeva v akvaponskih sistemih. Izbira rastlin mora biti usklajena z vrsto rib, ki se gojijo; odpadki mesojedih rib so bolj primerni za listnato zelenjavo, medtem ko odpadki rastlinojedih rib podpirajo plodovke in cvetoče rastline.

- **Za začetnike:** Za začetek se priporočajo listnata zelenjava in zelišča, kot so solata, špinača, rukola in bazilika. Te rastline so odporne, hitro rastejo in imajo plitek koreninski sistem, ki je idealen za sisteme NFT.
- **Naprednejši izbor:** Ko je sistem stabilen, se lahko gojijo tudi zahtevnejše rastline, kot so paradižnik, kumare, paprika, jagode in fižol.

### 5.3 Upravljanje kemije vode in zdravja ekosistema

Za optimalno delovanje je ključnega pomena vzdrževanje stabilnih ekoloških pogojev.

- **Parametri vode:** Vsakodnevno in tedensko spremljanje pH, temperature, amonijaka, nitritov in nitratov je bistveno. Optimalen pH za večino sistemov se giblje med 6,5 in 8,0.
- **Temperatura:** Temperatura vode vpliva na zdravje rib, rast rastlin in delovanje bakterij. Idealno območje je med 18 °C in 30 °C, vendar je treba to prilagoditi izbranim vrstam rib in rastlin.

Tabela 2: Priporočene vrste in njihovi parametri za domačo akvaponiko

Kategorija	Vrsta	Parametri pH	Optimalna temp. (°C)	Primerno začetnike	za
<b>Ribe (Okrasne)</b>	Zlata ribica	6,5-8,0	18-24	Da	
	Gupiji	6,8-8,0	22-28	Da	
<b>Ribe (Užitne)</b>	Postrv	6,5-8,0	10-18	Ne	
	Tilapija	6,5-8,0	22-30	Da	
	Som	6,5-8,0	20-30	Da	
<b>Rastline (Listnate)</b>	Solata	6,0-7,0	18-26	Da	
	Bazilika	5,5-6,5	18-30	Da	
	Špinača	6,0-7,0	18-24	Da	
<b>Rastline (Plodovke)</b>	Paradižnik	5,5-6,5	18-26	Zmerno	
	Kumare	5,5-6,5	18-26	Zmerno	
	Jagode	5,5-6,5	18-26	Zmerno	

## 6. Potrebna oprema in infrastruktura

Izvedljivost projekta je neposredno povezana z dostopnostjo in stroški potrebne opreme.

### 6.1 Osnovne komponente strojne opreme

Za postavitev akvaponičnega sistema so nujne naslednje komponente:

- **Gojitveni bazen za ribe:** Gojitveni bazen, ki drži vodo in ribe.
- **Gredica za rastline:** Posoda ali kanal, kjer rastejo rastline. V sistemih na osnovi medija se pogosto uporabljajo plastični rezervoarji s prostornino 1000 litrov.
- **Črpalka za vodo:** Glavni del sistema, ki zagotavlja kroženje vode med ribjim bazenom in rastlinskim delom. Pri izbiri je ključna pravilna pretočnost. Študentski projekt je pokazal, da je bil pretok 150 l/h prevelik in je povzročil propad rastlin, medtem ko se je 50 l/h izkazalo za optimalno.
- **Zračna črpalka in difuzorji:** Zagotavljajo kisik, ki je bistven za ribe in rastline, še posebej v DWC sistemih.
- **Vodovodne cevi in fitingi:** Za povezavo vseh komponent in usmerjanje pretoka vode.
- **Gojitveni medij:** Najpogosteje se uporabljajo glinene kroglice (glinopor) za oporo koreninam v sistemih na osnovi medija.

### 6.2 Napredni sistemi in avtomatizacija

Avtomatizacija lahko poenostavi upravljanje, vendar prinaša dodatne stroške in kompleksnost. Sistemi se lahko izboljšajo z naslednjimi komponentami:

- **Biofiltri:** Ločene enote za DWC in NFT sisteme, ki zagotavljajo obsežno površino za rast nitrificirajočih bakterij.

- **Krmilniki:** Mikrokrmilniki, ki se uporabljajo za avtomatizacijo in nadzor parametrov, kot sta pH in temperatura.
- **Senzorji:** Merilniki pH in temperature, ki pošiljajo podatke krmilniku za nadzor v realnem času.

Čeprav avtomatizacija zmanjša potrebo po vsakodnevnem ročnem nadzoru, je pomembno upoštevati, da prinaša novo raven tveganja in tehnične kompleksnosti. Postavitev krmilnika zahteva programersko znanje. Poleg tega ne smemo podcenjevati pomena opazovanja rib in rastlin, kar je verjetno najboljši in najbolj neposreden način za razumevanje njihovega stanja. Zato je za začetnika najprej priporočljivo vzpostaviti preprost, ročno voden sistem.

### 6.3 Rešitve za razsvetljava v notranjih sistemih

Za celoletno pridelavo v zaprtih prostorih je nujna umetna razsvetljava.

- **LED sijalke:** So zelo energetske učinkovite, porabijo do 80 % manj energije kot fluorescentne luči. Oddajajo tudi bistveno manj toplote, kar pomaga vzdrževati ugodne pogoje za rast rastlin in zmanjšuje potrebo po dodatnem hlajenju.
- **Svetlobni spekter:** Kakovostna "full-spectrum" LED svetila posnemajo sončno svetlobo in zagotavljajo različne valovne dolžine, ki so ključne za fotosintezo in rast. Modra svetloba (400-500 nm) spodbuja vegetativno rast, medtem ko je rdeča svetloba (600-700 nm) pomembna za cvetenje in nastanek plodov.

### 6.4 Izbira tipa akvaponskega sistema na kmetiji

V dogovoru s kmetijo smo za njih izbrali akvaponski sistem z globoko vodno kulturo (DWC), saj je zaradi preproste uporabe primeren za začetnike. Odločili smo se, da bodo gojili postrv šarenko v petih PVC IBC bazenih z volumnom 5.000 l. Od zelenjave bodo pridelovali predvsem listnato zelenjavo oz. solato. Celoten sistem bo obsegal 200 m<sup>2</sup>

površine. Za kmetijo bomo v določenih časovnih intervalih spremljali vsebnost v vodi raztopljenega kisika, temperaturo vode in pH vode s prenosnim merilnikom ter s pomočjo fotometričnih analiz še vsebnost amonijaka, nitrata in nitrita v vodi.

## 7. Finančna izvedljivost in analiza stroškov

Analiza stroškov je ključni del študije izvedljivosti, saj pokaže finančno donosnost projekta.

### 7.1 Začetna investicija

Stroški postavitve se lahko pomembno razlikujejo glede na izbran sistem.

- **Komercialni sistemi:** Cena komercialnega akvaponičnega sistema je odvisna od velikosti samega sistema in njegove tehnološke dovršenosti.
- **Sistem za lastno porabo:** Za domače uporabnike je cenovno najbolj dostopna lastna izvedba z uporabo recikliranih materialov; IBC posode, plastični bazeni, PVC cevi,...

### 7.2 Tekoči operativni stroški

Tekoči stroški so predvidljivi, kar prispeva k dolgoročni izvedljivosti.

- **Elektrika:** Najpomembnejši tekoči strošek je poraba električne energije, ki poganja vodno črpalko, zračno črpalko in morebitno umetno razsvetljavo. Pri tem lahko izbira energetske učinkovitih LED svetil znatno zmanjša stroške
- **Nakup mladice, krma za ribe in veterinarske storitve:** so stroški, ki nastanejo pri vsakem gojenju rib. Glede na to, da je ponudnikov za omenjene pričakovane stroške malo, so tudi



stroški bolj ali manj konstantni in ne varirajo toliko od ponudnika do ponudnika.

- **Voda:** Strošek vode je skoraj zanemarljiv, saj voda kroži in je potreba po sveži vodi le za dopolnjevanje izgub zaradi izhlapevanja.

### 7.3 Izračun finančne donosnosti

Za omenjeno kmetijo smo pripravili izračun finančne donosnosti investicije v akvaponski sistem.

Naložbe v osnovna sredstva (investicija) .....	101.00,00 EUR
Velikost akvaponskega sistema .....	200 m <sup>2</sup>
Količina vzgojenih postrvi/leto .....	1.000,00 kg
Količina vzgojene solate/leto .....	13.300,00 kg
Skupna prodajna vrednost/leto.....	29.950,00 EUR
Operativni stroški/leto.....	17.800,00 EUR
Stopnja amortizacije .....	10%
<hr/>	
Finančna donosnost naložbe (ISD) .....	4,897

*Tabela 3: Finančna donosnost naložbe v akvaponski sistem*

Kmetija Benedičič

**Finančna donosnost naložbe**

Naložbe v osnovna sredstva	101.000
Naložbe v obratna sredstva	0
<b>Investicijski izdatki</b>	<b>101.000</b>
Rezidualna vrednost naložbe	4.208
Rezidualna vrednost obratnih sredstev	0
Rezidualna vrednost osnovnih sredstev	4.208
<b>Diskontna stopnja %</b>	<b>4,000</b>
<b>Neto sedanja vrednost</b>	<b>4.243</b>
<b>Relativna NSV %</b>	<b>4,201</b>
<i>Izračun iz nominalnih donosov od prvega inv. izdatka</i>	*
Doba vračila v mesecih	98
Doba vračila v letih	8,2
<i>Izračun iz diskontiranih donosov od prvega inv. izdatka</i>	*
Doba vračila v mesecih	118
Doba vračila v letih	9,8
<i>Izračun iz nominalnih donosov od zaključka naložbe</i>	*
Doba vračila v mesecih	98
Doba vračila v letih	8,2
<i>Izračun iz diskontiranih donosov od zaključka naložbe</i>	*
Doba vračila v mesecih	118
Doba vračila v letih	9,8
<b>Interna stopnja donosa</b>	<b>4,897</b>

## 8. Operativne zahteve in vzdrževanje

Akvaponika zahteva redno, a preprosto rutino vzdrževanja, ki je ključna za dolgoročno stabilnost.

### 8.1 Dnevna in tedenska rutina

- **Dnevni pregled:** Pomembno je vsakodnevno opazovanje rib in rastlin. Treba je preveriti njihovo obnašanje in videz, da se pravočasno odkrijejo morebitne težave. Ribe je treba redno krmiti, pri čemer je priporočljivo pogostejše krmljenje v manjših odmerkih.
- **Tedenski/mesečni pregled:** Tedensko je priporočljivo spremljanje ključnih parametrov vode, kot so pH, amonijak, nitriti in nitrati. Občasno je treba doliti vodo, ki je izhlapela ali jo absorbirajo rastline.

### 8.2 Odpravljanje pogostih težav

Neuspeh v sistemu se pogosto pojavi zaradi neznanja in napak. Z zgodnjim odkrivanjem in pravnimi ukrepi se lahko težave hitro odpravijo.

- **Kemijska neravnovesja:** Previsok pretok vode lahko povzroči propad rastlin, prav tako je treba konstantno vzdrževanje stabilnih vrednosti pH.
- **Odpoved opreme:** Ena največjih nevarnosti je odpoved vodne črpalke, saj lahko prekinitev pretoka vode hitro ogrozi zdravje rastlin in rib. Zato se priporoča redno vzdrževanje črpalke in morebitna uporaba rezervnega sistema.

*Tabela 4: Dnevni in tedenski kontrolni seznam vzdrževanja*

Naloga	Pogostost	Namen
<b>Krmljenje rib</b>	Dnevno	Zagotavljanje hranil za ribe in rastline
<b>Vizualni pregled</b>	Dnevno	Zgodnje odkrivanje težav z zdravjem rib ali rastlin
<b>Pregled pretoka vode</b>	Dnevno	Zagotavljanje pravilnega delovanja črpalke in cevi
<b>Merjenje parametrov vode</b>	Tedensko	Vzdrževanje stabilnih vrednosti pH, amonijaka, nitritov in nitratov
<b>Dolivanje vode</b>	Tedensko	Nadomeščanje vode, izgubljene z izhlapevanjem in transpiracijo
<b>Čiščenje filtrov</b>	Po potrebi	Odstranjevanje nakopičenih trdnih delcev

## 9. Reglativni vidiki akvaponike v Sloveniji

### 9.1 Trenutni zakonodajni okvir

Analiza zakonodaje kaže, da so predpisi, povezani z dejavnostjo akvakulture v Sloveniji, usmerjeni predvsem na komercialno gojenje rib. Zakoni in pravilniki podrobno urejajo vprašanja, kot so veterinarski nadzor, preprečevanje širjenja bolezni in upravljanje ribogojstva.

Za postavitev majhnega, nekomercialnega akvaponičnega sistema za domačo uporabo ni specifičnih predpisov. To pomeni, da za lastno pridelavo ni potrebnih dovoljenj ali inšpekcijskih pregledov s strani pristojnih organov, kot je Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. To predstavlja pomembno prednost za izvedljivost, saj odpravlja birokratske ovire. Vendar pa ta svoboda prinaša tudi odgovornost: posameznik je v celoti odgovoren za varnost in zdravje svojega sistema, vključno z zagotavljanjem higiene in preprečevanjem morebitne škode za okolje (npr. pobeg invazivnih vrst rib). Potrebno je poudariti, da je razumevanje biologije in kemije sistema ključno za varno in uspešno upravljanje brez zunanjega nadzora.

### 9.2 Primeri dobrih praks

V Sloveniji že obstajajo uspešni primeri in projekti, ki potrjujejo izvedljivost akvaponike. Podjetje Satilu je v Prekmurju, v vasi Banuta postavilo prvi akvaponski vrt za navpično gojenje zelenjave, tak sistem je podjetje naknadno postavilo tudi v Strunjanu.

Vzorčen primer deluje tudi na turistični kmetiji Pomona v Rogaški Slatini.

## 10. Ocena tveganja in strategije za ublažitev

Vsak projekt nosi tveganja, ki jih je mogoče ublažiti s pravilnim načrtovanjem in znanjem.

- **Tveganje biološke nestabilnosti:** Glavno tveganje je propad ekosistema, najpogosteje zaradi zamašitve dušikovega cikla, kar vodi v kopičenje toksičnega amonijaka in nitritov.

**Strategija ublažitve:** Skrbno vzpostavljanje bakterijske kolonije (imenovano "ciklanje") pred naselitvijo rib ter redno spremljanje parametrov vode, kot je pH.

- **Tveganje tehnične okvare:** Odpoved črpalke je kritična točka, saj lahko hitro vodi v smrt rib in rastlin.

**Strategija ublažitve:** Uporaba kakovostne opreme, redno vzdrževanje in morebitna namestitve rezervne črpalke za hitro ukrepanje v primeru okvare.

- **Tveganje operativne neizkušenosti:** Začetna neuspešnost projekta je pogosto posledica napak, kot je izbira napačne črpalke ali preveliko krmljenje rib.

**Strategija ublažitve:** Začeti z manjšim, preprostim sistemom na osnovi medija, ki je bolj odporen na začetniške napake, in postopoma nadgrajevati sistem z avtomatizacijo in bolj zapletenimi komponentami, ko se pridobijo izkušnje.

## 11. Zaključek in priporočila

Na podlagi celovite analize je postavitvev akvaponičnega sistema na omenjeni kmetiji ocenjena kot visoko izvedljiva. Projekt je tehnično izvedljiv, finančno dostopen in ne naleti na pomembne regulativne ovire za domačo uporabo.

- **Za lastno porabo:** Priporoča se začeti z nizkocenovnim sistemom "naredi sam" na osnovi medija, ki ga je mogoče zgraditi iz recikliranih materialov. Tak pristop zmanjša začetne finančne in tehnične ovire ter omogoča učenje skozi prakso. Poudarek mora biti na razumevanju procesa, samooskrbi in izobraževanju, namesto na maksimizaciji donosa.
- **Za komercialni namen:** Priporoča se postopni pristop. Začeti z majhnim sistemom za pridobitev ključnih izkušenj. Ko je sistem stabilen in se razumejo biološki procesi, se lahko razmisli o investiciji v avtomatizacijo, hibridne sisteme in gojenje tržno zanimivih vrst.