



Hodnotenie klimatických rizík a zraniteľnosti projektu: Skleník na pestovanie potravín - Červeník

Vypracovali: Ing. Alena Popovičová, PhD., LL.M.
 Ing. Dominika Kamasová
 Mgr. Matúš Balšán
 Bc. Samuel Oláš

Obsah

0.	Úvod.....	3
1.	Hodnotenie rizík.....	5
1.1	Identifikácia klimatických hrozieb a expozície projektu.....	5
1.2	Analýza citlivosti projektu na klimatické javy	7
1.3	Adaptívna kapacita a odolnosť projektu.....	9
1.4	Hodnotenie rizika (pravdepodobnosť × dopad) pre identifikované hrozby.....	11
1.5	Odporúčania pre zvýšenie odolnosti a adaptačné opatrenia	12
1.6	Mitigačné opatrenia súvisiace s projektom.....	13
2.	Záver.....	14
	Literárny prehľad	15

0. Úvod

Hodnotenie klimatických rizík hodnoteného projektu je spracované v súlade s platnými metodickými dokumentmi Slovenskej agentúry životného prostredia a Ministerstva životného prostredia SR, a to konkrétne v súlade s:

- *Metodického usmernenia pre posudzovanie klimatickej zraniteľnosti a klimatickej odolnosti podnikateľských subjektov (SAŽP/MŽP SR, 2024),*
- *Metodického usmernenia pre posudzovanie klimatickej zraniteľnosti v EIA/SEA (SAŽP/MŽP SR, 2023).*

Obe metodiky poskytujú rámcové a odporúčané kroky, avšak nepredpisujú jednotný alebo záväzne kodifikovaný metodický postup. Z tohto dôvodu bol zvolený kombinovaný prístup, ktorý zohľadňuje:

- požiadavky na systematické hodnotenie klimatických hrozieb v zmysle metodiky EIA/SEA,
- detailnejšiu klasifikáciu klimatických ohrození podľa sektorov a návrh adaptačných opatrení z metodiky pre podnikateľské subjekty.

Z jednotlivých metodík boli vybrané tie prvky, ktoré najlepšie reflektujú charakter hodnoteného projektu, jeho zaradenie do sektora komunálnych služieb a zároveň umožňujú realisticky vyhodnotiť jeho zraniteľnosť a adaptačnú kapacitu. Výsledný prístup tak kombinuje odporúčané kroky ako analýzu klimatickej expozície, identifikáciu zraniteľnosti, kvalitatívne hodnotenie pravdepodobnosti a dopadu, zostavenie matice rizík a návrh cieľových adaptačných opatrení. Takýto prístup je v súlade s metodickými odporúčaniami, ktoré vyzývajú k prispôsobeniu metodiky typu projektu, sektoru a dostupným údajom, s dôrazom na transparentnosť, primeranosť a praktickú aplikovateľnosť výstupov.

Predmetom hodnotenia je projekt „Skleníky na pestovanie potravín – Červeník“, ktorý predstavuje výstavbu nového veľkoobjemového skleníka určeného na intenzívne pestovanie potravín moderným hydroponickým spôsobom. Navrhovaná stavba je situovaná v katastrálnom území Červeník, v Trnavskom kraji, na poľnohospodársky využívaných pozemkoch v blízkosti existujúceho priemyselného areálu.

Jedná sa o novostavbu veľkoobjemového skleníka, ktorý je tvorený dvoma vzájomne prepojenými časťami – A: voľná pestovateľská plocha a B: plocha pre technológiu. Súčasťou projektu je aj retenčná lagúna na zachytávanie a akumuláciu dažďovej vody zo strešných plôch skleníka, ktorá bude využívaná ako jeden z hlavných zdrojov závlahovej vody pre hydroponický systém pestovania. Stavba bude slúžiť na poľnohospodárske účely, konkrétne na pestovanie zeleniny a jej následnú expedíciu. Ide o moderný, komplexný typizovaný výrobok, ktorý bude prevádzkovaný v súlade s odporúčaniami vybraného dodávateľa a v súlade s platnými právnymi predpismi.

Objekt skleníka je riešený ako oceľová pozinkovaná konštrukcia osadená na betónových pätkách. Nosná konštrukcia je tvorená typizovaným modulom s rozmermi 8 m × 5 m, vyplneným hliníkovými rámami, v ktorých sú osadené sklenené tabule. Skleníky je navrhnutý v tvare dvoch vzájomne prepojených obdĺžnikov, pričom súčasťou jedného z nich je technologický modul. Na začiatku aj na konci technologickej časti sú navrhnuté vstupné dvere. Objekt rešpektuje tvar pozemku aj ochranné pásma existujúcich inžinierskych sietí.

Z hľadiska tepelno-technických vlastností je po celom obvode stavby do výšky 2 m navrhnutý sendvičový panel hrúbky 40 mm, ktorý znižuje tepelné straty a prispieva k stabilizácii vnútorného prostredia. V technologickej časti sú bočné steny riešené sendvičovým panelom hrúbky 60 mm a strecha panelom hrúbky 40 mm. Severná obvodová stena je po celej výške zhotovená z polykarbonátu hrúbky 16 mm, ktorý zabezpečuje vhodnú kombináciu svetelnej priepustnosti a tepelnoizolačných vlastností.

Vo vnútri skleníka, v tzv. technickom module, je terén v prevádzkovej časti upravený ako nespevnený povrch prekrytý fóliou. Na streche skleníka je zachytávaná dažďová voda prostredníctvom dažďových žlabov, z ktorých je gravitačnou dažďovou kanalizáciou odvádzaná do lagúny dažďovej vody. Z lagúny je voda prečerpávaná do prípravných nádrží v skleníku, kde sa mieša s upravenou studničnou vodou. Takto pripravená voda je obohacovaná o živiny a následne distribuovaná do hydroponického systému. Celý proces je riadený počítačovým systémom. Prírodný hydroponický systém zabezpečuje rastlinám dostatočné množstvo vody aj živín.

Výstavbou skleníka určeného na intenzívnu výrobu a spracovanie potravín vytvorí investor zamestnanie pre približne 50 pracovníkov.

Z hľadiska sektorového a odvetvového zaradenia patrí hodnotený projekt do sektora spotrebného tovaru, konkrétne do kategórie potravin, nápoje a tabak, v súlade s metodickými usmerneniami pre posudzovanie klimatickej zraniteľnosti. Toto zaradenie tvorí východisko pre následnú identifikáciu klimatických ohrození, posúdenie expozície a citlivosti projektu a vyhodnotenie klimatických rizík.

Tabuľka 1: Klimatické ohrozenia podľa odvetví a citlivosť odvetvia

Sektor	Priemyselná skupina	Búrky	Intenzívne zrážky a povodne	Vlny horúčav	Premenlivosť zrážok	Premenlivosť teploty	Nedostatok vody	Iné klimatické ohrozenia
Energetika	Energetika	vysoká	vysoká	vysoká	stredná	vysoká	stredná	
Materiály	Materiály	vysoká	vysoká	vysoká	vysoká	vysoká	vysoká	
Priemyselné podniky	Kapitálový tovar	vysoká	vysoká	vysoká	stredná	vysoká	stredná	
Priemyselné podniky	Doprava*	vysoká	vysoká	vysoká	nízka	nízka	nízka	
Priemyselné podniky	Automobily	vysoká	vysoká	vysoká	stredná	vysoká	vysoká	
Spotrebiteľské odvetvie	Trvanlivé výrobky a oblečenie	vysoká	vysoká	vysoká	stredná	vysoká	vysoká	
Spotrebiteľské odvetvie	Služby pre spotrebiteľov	vysoká	vysoká	vysoká	stredná	vysoká	vysoká	
Spotrebiteľské odvetvie	Špecializovaný maloobchod	vysoká	vysoká	nízka	nízka	vysoká	vysoká	
Spotrebný tovar	Maloobchod s potravinami a základným tovarom	vysoká	vysoká	nízka	nízka	nízka	nízka	
Spotrebný tovar	Potraviny, nápoje a tabak	vysoká	vysoká	stredná	stredná	vysoká	stredná	
Spotrebný tovar	Domácnosť a osobné produkty	vysoká	vysoká	stredná	stredná	vysoká	stredná	
Zdravotná starostlivosť	Zdravotnícke zariadenia a služby	vysoká	vysoká	nízka	nízka	nízka	nízka	
Zdravotná starostlivosť	Farmaceutické výrobky, biotechnológie a pod.	vysoká	vysoká	stredná	stredná	stredná	stredná	
Komunálne služby	Komunálne služby**	vysoká	vysoká	vysoká	stredná	stredná	stredná	lesné požiare
Nehnuteľnosti	Nehnuteľnosti***	vysoká	nízka	nízka	nízka	nízka	nízka	lesné požiare, vlhkosť vzduchu, zhoršená kvalita ovzdušia

*** zahŕňa napr. priemyselné nehnuteľnosti (priemyselné sklady a distribučné objekty), hotelové a rekreačné nehnuteľnosti, rezidenčné nehnuteľnosti

Podľa Prílohy 1 metodického usmernenia patrí sektor spotrebného tovaru – potraviny, nápoje a tabak medzi sektory so strednou až vysokou mierou expozície voči vybraným klimatickým hrozbám. Na základe sektorového zaradenia a miestnych prírodných podmienok boli pre hodnotený projekt identifikované nasledovné relevantné klimatické hrozby.

Vlny horúčav a extrémne vysoké teploty

Územie Trnavského kraja patrí podľa dlhodobých pozorovaní Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ) medzi najteplejšie oblasti Slovenska. SHMÚ zaznamenáva dlhodobý rast priemernej aj maximálnej teploty vzduchu, ako aj nárast počtu letných a tropických dní. Lokalita projektu je situovaná v otvorenej nížinnej krajine bez výraznej tieniacej vegetácie, čo zvyšuje expozíciu voči tepelnému stresu počas vln horúčav².

Doplňujúcim podkladom pre hodnotenie expozície je Enviroportál, ktorý v rámci mapového hodnotenia klimatických ohrození spracovaného pre územie Slovenska priradzuje obci Červeník stupeň ohrozenia horúčavami 6, pričom maximálna hodnota stupnice je 10³. Tento stupeň predstavuje stredne zvýšenú úroveň ohrozenia, čo potvrdzuje, že vlny horúčav sú v danej lokalite významným, avšak nie extrémnym klimatickým rizikom. Uvedené hodnotenie je v súlade s regionálnymi klimatickými charakteristikami Trnavského kraja a podporuje záver o zvýšenej expozícii projektu voči vysokým teplotám a tepelnému stresu.

Navyše SHMÚ v rámci hodnotenia prejavov a očakávaných dôsledkov klimatickej zmeny na Slovensku uvádza, že oteplenie má dlhodobý stúpajúci trend a predpokladá sa jeho ďalší rast aj v nasledujúcich rokoch. Ako príklad je uvedená oblasť Bratislavy, kde sa priemerná ročná teplota vzduchu za obdobie od roku 1951 zvýšila približne o 2 °C, pričom je očakávané pokračovanie rastu teploty. Tento trend je relevantný aj pre západné Slovensko a nížinné oblasti Trnavského kraja, pretože ide o klimaticky príbuzné územie s vysokou pravdepodobnosťou pokračujúceho nárastu teplotných extrémov v krátkodobom horizonte (t. j. aj do polovice 20. rokov 21. storočia), čo podporuje záver o zvýšenej expozícii lokality projektu voči vlnám horúčav a tepelnému stresu⁴.

Intenzívne zrážky a búrky

Podľa údajov SHMÚ sa v západných oblastiach Slovenska zvyšuje výskyt krátkodobých, lokálne intenzívnych zrážok, často sprevádzaných búrkami, nárazovým vetrom a krupobitím. Aj keď celkový ročný úhrn zrážok nemusí výrazne narastať, mení sa ich intenzita a časové rozloženie.² Zároveň Územný plán obce Červeník uvádza, že územie patrí do povodia rieky Váh a v širšom okolí sa nachádzajú menšie vodné toky, čo poukazuje na potenciál rýchlej odozvy krajiny na extrémne zrážkové udalosti.¹

Doplňujúcim podkladom pre hodnotenie expozície je Enviroportál, ktorý v rámci mapového hodnotenia klimatických ohrození priradzuje obci Červeník prvý stupeň ohrozenia extrémnymi zrážkami, pričom ide o najnižší stupeň na hodnotiacej stupnici.³ Toto hodnotenie naznačuje, že pravdepodobnosť výskytu plošne významných extrémnych zrážkových udalostí je v danej lokalite nízka, a to aj napriek pozorovaným trendom rastúcej intenzity krátkodobých dažďov. Expozícia projektu voči intenzívnym zrážkam a búrkam je preto hodnotená ako nízka až lokálne stredná.

Premenlivosť zrážok

² Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ). (2024). Klimatické údaje a hodnotenia.

Dostupné online: <https://www.shmu.sk>

³ Envirofond (2024). Príloha 3: Stupne ohrozenia obcí. Envirofond – Slovenský environmentálny fond.

Dostupné online: https://envirofond.sk/wp-content/uploads/2024/07/Priloha-3_Stupne-ohrozenia-obci.pdf

⁴ Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ). (n. d.). Zmena klímy na Slovensku – prejavy a dôsledky (teplota vzduchu). Dostupné online: <https://www.shmu.sk/sk/?id=927&page=2049>

Rastúca časová a sezónna premenlivosť zrážok je jedným z hlavných prejavov zmeny klímy v regióne západného Slovenska podľa SHMÚ. Tento jav sa prejavuje striedaním období sucha s krátkymi, intenzívnymi dažďovými epizódami.² Územný plán obce Červeník zároveň poukazuje na pôdne pomery náchylné na vodnú eróziu, čo nepriamo potvrdzuje citlivosť územia na výkyvy v zrážkovej bilancii.³

Premenlivosť teploty

Podľa klimatických analýz SHMÚ sa okrem dlhodobého trendu otepľovania zvyšuje aj variabilita teploty, vrátane rýchlych prechodov medzi teplejšími a chladnejšími obdobiami počas roka, najmä na jar a na jeseň.² Otvorený charakter krajiny bez výrazných terénnych alebo vegetačných bariér, popísaný v Územnom pláne obce Červeník, zvyšuje expozíciu lokality voči rýchlym zmenám teplotných podmienok.¹

Sucho a nedostatok vody

Nížinné oblasti Trnavského kraja patria podľa SHMÚ medzi regióny s vysokým výskytom meteorologického a pôdneho sucha. SHMÚ dlhodobo eviduje pokles vlhovej bilancie, najmä počas jarných a letných mesiacov.² Územný plán obce Červeník charakterizuje riešené územie ako poľnohospodársku krajinu s pôdami náchylnými na vodnú a veternú eróziu a s vysokými nárokmi na hospodárenie s vodnými zdrojmi.¹ Tieto skutočnosti zvyšujú expozíciu projektu voči suchu a nedostatku vody.

1.2 Analýza citlivosti projektu na klimatické javy

Citlivosť projektu vyjadruje mieru, do akej môže byť projekt ovplyvnený klimatickými javmi v dôsledku svojich vnútorných vlastností, technického riešenia, prevádzkového charakteru a závislosti od externých vstupov, ako sú voda a energia. Na rozdiel od expozície, ktorá hodnotí pravdepodobnosť výskytu klimatických javov v danej lokalite, citlivosť sa zameriava na schopnosť projektu odolávať týmto javom bez vzniku prevádzkových obmedzení alebo negatívnych dopadov.

Analýza citlivosti projektu „Skleníky na pestovanie potravín – Červeník“ bola spracovaná nezávisle od úrovne expozície a vychádza z konštrukčného riešenia skleníka, použitej technológie pestovania, spôsobu hospodárenia s vodou a energetickej náročnosti prevádzky.

Citlivosť na vlny horúčav a extrémne vysoké teploty

Prevádzka skleníka je prirodzene citlivá na vysoké vonkajšie teploty, keďže pestovanie potravín vyžaduje udržiavanie stabilných mikroklimatických podmienok v pestovateľskom priestore. Vlny horúčav môžu viesť k zvýšenému prehrievaniu vnútorného prostredia, vyšším nárokom na vetranie a chladenie a k nárastu spotreby energie. Sklenený strešný a obvodový plášť zvyšuje prechod tepla do interiéru skleníka, čím sa citlivosť projektu na tento jav zvyšuje. Prevádzka je však vybavená automatizovaným systémom riadenia mikroklimy, ktorý umožňuje reguláciu teploty, vlhkosti a intenzity vetrania. Dodatočne bude počas letného obdobia strešný plášť skleníka ošetrovaný špeciálnym nástrekom (zatienenie strechy farbou), ktorý znižuje prienik slnečného žiarenia a obmedzuje prehrievanie vnútorného priestoru. Toto pasívne opatrenie významne prispieva k stabilizácii mikroklimatických podmienok počas extrémne teplých dní. Vzhľadom na kombináciu pasívnych a aktívnych regulačných prvkov je celková citlivosť projektu na vlny horúčav hodnotená ako stredná.

Citlivosť na intenzívne zrážky a búrky

Skleníky predstavujú ľahkú oceľovo-sklenenú konštrukciu, ktorá je citlivá na extrémne poveternostné javy sprevádzajúce búrky, najmä prívalové zrážky, nárazový vietor a krupobitie. Intenzívne zrážky môžu krátkodobovo zaťažiť systémy zachytávania a odvádzania dažďovej vody a ovplyvniť vnútroareálové komunikácie a prevádzkové plochy. Projekt však počíta s technickými opatreniami, ako sú dažďové žľaby, gravitačný odvod vody a retenčná lagúna, ktoré znižujú pravdepodobnosť významných prevádzkových obmedzení. Citlivosť projektu na intenzívne zrážky a búrky je hodnotená ako stredná.

Citlivosť na premenlivosť zrážok

Hydroponický spôsob pestovania je závislý od stabilného prísunu vody počas celého vegetačného obdobia. Premennosť zrážok, prejavujúca sa striedaním suchých období s krátkymi, intenzívnymi dažďovými epizódami, môže zvyšovať nároky na plánovanie a riadenie vodného hospodárstva. Projekt využíva kombináciu zachytávanej dažďovej vody a upravenej studničnej vody, pričom ako doplnkový zdroj vody je uvažované aj využívanie vody odoberanej z technologického zázemia spoločnosti ENVIRAL. Diverzifikácia zdrojov vody významne znižuje zraniteľnosť projektu voči výkyvom zrážok a sezónnym deficitom vody. Vzhľadom na túto kombináciu zdrojov a riadený hydroponický systém s vysokou mierou recyklácie je citlivosť projektu na premenlivosť zrážok hodnotená ako nízka až stredná.

Citlivosť na premenlivosť teploty

Krátkodobé a sezónne výkyvy teploty môžu ovplyvniť stabilitu mikroklimatických podmienok v skleníku, najmä v prechodných obdobiach jari a jesene. Rýchle zmeny vonkajšej teploty zvyšujú nároky na reguláciu vykurovania, chladenia a vetrania a môžu viesť k vyššej energetickej náročnosti prevádzky. Automatizované riadiace systémy umožňujú tieto výkyvy operatívne vyrovnávať. Citlivosť projektu na premenlivosť teploty je hodnotená ako stredná.

Citlivosť na sucho a nedostatok vody

Hydroponický systém pestovania je závislý od dlhodobu dostupného a spoľahlivého zdroja vody. Dlhšie obdobia sucha a znížená dostupnosť vody môžu predstavovať potenciálne obmedzenie pre kontinuitu prevádzky skleníka. Projekt však disponuje viacerými nezávislými zdrojmi vody – zachytávaním dažďovej vody v retenčnej lagúne, využívaním upravenej studničnej vody, vysokou mierou recyklácie závlahovej vody a doplnkovým odberom vody z technologického zázemia spoločnosti ENVIRAL. Diverzifikácia zdrojov významne znižuje zraniteľnosť projektu voči dlhodobému deficitu zrážok a zvýšenému výparu. Z uvedených dôvodov je citlivosť projektu na sucho a nedostatok vody hodnotená ako stredná.

Tabuľka 2: Identifikácia klimatických hrozieb a posúdenie citlivosti projektu

Klimatický jav	Klimatická expozícia	Citlivosť	Zdôvodnenie
Vlny horúčav a extrémne vysoké teploty	Stredná až vysoká	S	Lokalita Červeník patrí medzi teplejšie oblasti SR, Enviroportál priraduje obci 6. stupeň ohrozenia horúčavami (z 10). Skleníková konštrukcia so skleneným plášťom zvyšuje tepelné zaťaženie, čo vedie k vyšším nárokom na chladenie a vetranie. Dopady sú zvládnuťelné technickými opatreniami, avšak s vyššími energetickými nárokmi.

Klimatický jav	Klimatická expozícia	Citlivosť	Zdôvodnenie
Sucho / nedostatok vody	Stredná	S	Nížinná poľnohospodárska krajina Trnavského kraja je dlhodobou ohrozená suchom. Prevádzka hydroponického skleníka je závislá od dostupnosti vody, avšak projekt disponuje viacerými nezávislými zdrojmi – zachytávaním dažďovej vody v lagúne, vlastnou studňou, recykláciou vody a doplnkovým odberom vody z technologického zázemia spoločnosti ENVIRAL. Diverzifikácia zdrojov významne znižuje zraniteľnosť projektu voči dlhodobému deficitu zrážok.
Intenzívne zrážky a privalové dažde	Nízka	S	SHMÚ poukazuje na rastúcu intenzitu krátkodobých zrážok, avšak Enviroportál priradzuje obci Červeník 1. stupeň ohrozenia extrémnymi zrážkami (najnižší). Citlivosť je stredná vzhľadom na ľahkú konštrukciu skleníka a potrebu funkčného odvodnenia, ktoré je riešené retenčnými a drenážnymi systémami.
Povodne z veľkých tokov	Veľmi nízka	N	Lokalita skleníka neleží v inundačnom území Váhu ani iných významných vodných tokov. Riziko zaplavenia z veľkej vody je veľmi nízke, projekt nemá špecifickú citlivosť na tento jav.
Silné vetry a búrky	Nízka až stredná	S	Otvorená poľnohospodárska krajina bez výrazných vetrolamov zvyšuje expozíciu vetru. Silný vietor a búrky môžu dočasne ovplyvniť konštrukčné prvky skleníka alebo spôsobiť výpadky energií. Citlivosť je hodnotená ako stredná, keďže moderné skleníkové konštrukcie sú navrhované na odolnosť voči bežným búrkovým javom.
Premenlivosť zrážok	Stredná	S	Rastúca časová nerovnomernosť zrážok (striedanie sucha a intenzívnych dažďov) zvyšuje nároky na riadenie vodného hospodárstva. Hydroponický systém umožňuje efektívne hospodárenie s vodou, avšak úplne neeliminuje citlivosť na tento jav.
Premenlivosť teploty	Stredná	S	Výkyvy teplôt, najmä v prechodných obdobiach roka, môžu ovplyvniť stabilitu mikroklimy v skleníku a zvýšiť energetické nároky na reguláciu. Automatizované radiacie systémy umožňujú tieto výkyvy zvládať, citlivosť je však stále prítomná.
Extrémny chlad / snehové kalamity	Nízka	N	Výskyt extrémnych mrazov a snehových kalamít je v regióne zriedkavý. Skleník je prevádzkovaný v kontrolovanom prostredí, bežné zimné podmienky sú zvládnuteľné technickými opatreniami.

1.3 Adaptívna kapacita a odolnosť projektu

Adaptívna kapacita projektu vyjadruje schopnosť zámeru predvídať, zvládať a prispôbovať sa negatívnym vplyvom zmeny klímy, ako aj schopnosť zachovať prevádzkovú stabilitu a funkčnosť aj pri zhoršených klimatických podmienkach. Odolnosť projektu je výsledkom kombinácie jeho technického riešenia, prevádzkových opatrení, flexibility systému a skúseností z porovnateľných existujúcich prevádzok.

Projekt „Skleník na pestovanie potravín – Červeník“ je navrhovaný ako moderný veľkoobjemový skleník s vysokou mierou automatizácie, pričom jeho technické a prevádzkové riešenie vychádza zo skúseností s už realizovaným a prevádzkovaným skleníkom s výmerou 5 ha v Leviciach, 1,8 ha v Leviciach a 3 ha v Babindole, ktoré sú technologicky aj funkčne porovnateľné. Skúsenosti z tejto existujúcej prevádzky potvrdzujú, že navrhované opatrenia sú v praxi funkčné a schopné reagovať na meniace sa klimatické podmienky.

Technologická adaptívna kapacita

Skleník je vybavený automatizovaným systémom riadenia mikroklimy, ktorý umožňuje operatívne reagovať na výkyvy vonkajších klimatických podmienok. Riadenie teploty, vetrania, vlhkosti a dávkovania živín prebieha kontinuálne na základe aktuálnych údajov zo senzorov, čo umožňuje rýchlu adaptáciu na vlny horúčav, náhle ochladenia alebo zvýšenú vlhkosť vzduchu. Táto technológia sa osvedčila aj v prevádzke skleníka v Babindole, kde umožňuje stabilnú výrobu aj počas extrémnych poveternostných epizód.

Vodohospodárska adaptívna kapacita

Významným prvkom adaptívnej kapacity projektu je kombinovaný systém hospodárenia s vodou, ktorý zahŕňa zachytávanie dažďovej vody, jej akumuláciu v retenčných nádržiach a dopĺňanie upravenou studničnou vodou. Hydroponický systém pestovania umožňuje veľmi presné dávkovanie vody a živín, čím sa minimalizujú straty a zvyšuje efektívnosť využívania vodných zdrojov. Skúsenosti z porovnateľného skleníka v Babindole potvrdzujú, že tento systém je schopný fungovať aj počas dlhších období sucha, čo zvyšuje odolnosť projektu voči nedostatku vody.

Energetická adaptívna kapacita

Projekt je navrhovaný s dôrazom na flexibilné a efektívne využívanie energie, najmä prostredníctvom využívania odpadového tepla z priemyselných a energetických zdrojov v okolí. Možnosť napojenia na zdroje odpadového tepla (napr. z priemyselnej výroby alebo kogeneračných jednotiek) umožňuje znižovať závislosť od primárnych zdrojov energie a reagovať na výkyvy v dostupnosti energií alebo ich cenách. Takéto riešenie zvyšuje energetickú bezpečnosť a celkovú odolnosť projektu.

Prevádzková a organizačná adaptívna kapacita

Prevádzka skleníka je navrhnutá ako modulárna a flexibilná, čo umožňuje úpravy prevádzkových režimov v závislosti od aktuálnych klimatických podmienok. Obsluha má možnosť upravovať technologické nastavenia, časovanie pestovateľských cyklov a intenzitu využívania zdrojov. Skúsenosti z existujúcej prevádzky v Babindole preukazujú, že tento typ skleníka je schopný rýchlo reagovať na zmeny počasia bez výrazných negatívnych dopadov na produkciu.

Celkové zhodnotenie odolnosti projektu

Na základe kombinácie technologických, vodohospodárskych, energetických a prevádzkových opatrení možno konštatovať, že projekt „Skleník na pestovanie potravín – Červeník“ disponuje strednou až vysokou adaptívnou kapacitou a dobrou úrovňou klimatickej odolnosti. Skutočnosť, že navrhované riešenia vychádzajú z overeného modelu skleníka v Babindole, významne znižuje riziko zlyhania adaptačných opatrení a potvrdzuje praktickú realizovateľnosť projektu v podmienkach meniacej sa klímy.

1.4 Hodnotenie rizika (pravdepodobnosť × dopad) pre identifikované hrozby

Klimatické riziko je v zmysle metodiky definované ako kombinácia pravdepodobnosti výskytu klimatického javu (expozície) a závažnosti jeho dopadu na projekt (citlivosti). Na základe predchádzajúcich kapitol, v ktorých bola vyhodnotená expozícia projektu voči jednotlivým klimatickým hrozbám a jeho citlivosť na tieto javy, bola pre každú identifikovanú hrozbu stanovená výsledná úroveň rizika.

Riziko je hodnotené kvalitatívne prostredníctvom rizikovej matice, ktorá kombinuje kategórie pravdepodobnosti výskytu (od zriedkavého až po takmer istý výskyt) s kategóriami dopadu (od bezvýznamného po katastrofický). Výsledkom je zaradenie rizika do štyroch úrovní: nízke, stredné, vysoké a extrémne riziko.

V súlade s metodikou EIA/SEA sa nízka a stredná úroveň rizika považuje za nevýznamné riziko, zatiaľ čo vysoká a veľmi vysoká (extrémna) úroveň rizika sa považuje za významné riziko vyžadujúce zvýšenú pozornosť a prípadné dodatočné adaptačné opatrenia.

Tabuľka 3: Hodnotenie rizika pre identifikované hrozby

Klimatická hrozba	Pravdepodobnosť (expozícia)	Dopad na projekt (závažnosť vplyvu)	Úroveň rizika	Významnosť
Vlny horúčav a extrémne vysoké teploty	Pravdepodobný až častý výskyt (stredná až vysoká expozícia)	Stredne závažný vplyv – zvýšené energetické nároky na chladenie, tepelná záťaž pracovného prostredia	Stredné riziko	Nevýznamné
Sucho / nedostatok vody	Pravdepodobný až častý výskyt (vysoká expozícia)	Menej závažný vplyv – zabezpečenie vody je technicky zvládnutelné	Stredné riziko	Nevýznamné
Intenzívne zrážky a prívalové dažde	Nepravdepodobný výskyt (nízka expozícia)	Bezvýznamný až menej závažný vplyv – funkčné retenčné opatrenia	Nízke riziko	Nevýznamné
Povodne z veľkých vodných tokov	Veľmi zriedkavý výskyt (veľmi nízka expozícia)	Katastrofický vplyv – hypotetické zaplavenie územia	Nízke riziko	Nevýznamné
Silné vetry a búrky	Mierne pravdepodobný výskyt (nízka až stredná expozícia)	Stredne závažný vplyv – možné poškodenie konštrukčných prvkov, krátkodobé prerušenie prevádzky	Stredné riziko	Nevýznamné
Extrémny chlad / snehové kalamity	Nepravdepodobný výskyt (nízka expozícia)	Menej závažný vplyv – dočasné prevádzkové obmedzenia	Nízke riziko	Nevýznamné

Vlny horúčav a extrémne vysoké teploty predstavujú klimatickú hrozbu s vyššou pravdepodobnosťou výskytu. Dopad na projekt je však výrazne zmiernený tým, že skleník je navrhnutý tak, aby si pestovateľský priestor vytváral vlastnú stabilnú mikroklimu v optimálnom teplotnom rozsahu 22 – 24 °C. Mikroklima je riadená softvérom na základe vlhkosti (70 – 80 %), teploty a oblačnosti. Na obmedzenie prehrievania slúžia pasívne opatrenia (zatienenie strechy, izolácia spodnej časti obvodového plášťa PUR panelom do výšky 2 m, polykarbonátová severná fasáda) a aktívne vetranie pomocou ventilátorov. Vďaka týmto opatreniam nie je potrebné aktívne chladenie a výsledná úroveň rizika horúčav zostáva stredná.

Riziko sucha a nedostatku vody je z hľadiska expozície vysoké, avšak jeho dopad je výrazne znížený technickým riešením zásobovania vodou. Skleník bude využívať vlastnú studňu, zachytávanie dažďovej vody v lagúne a hydroponický systém s recykláciou vody. Tieto opatrenia zabezpečujú vysokú mieru nezávislosti od aktuálnych zrážkových pomerov a umožňujú stabilnú prevádzku aj počas dlhších období sucha. Výsledné riziko je preto hodnotené ako stredné a nevýznamné.

Silné vetry a búrky môžu mať lokálne negatívny vplyv na prevádzku skleníka, avšak konštrukcia je navrhnutá v súlade s technickými normami na účinky vetra s rýchlosťami 20 – 24 m/s. Skleník je pevne kotvený do podlažia, po celom obvode je navrhnutý betónový múr a prevádzka je vybavená senzormi rýchlosti vetra, ktoré automaticky riadia vetranie. Tieto opatrenia významne znižujú závažnosť možných škôd, a preto je výsledné riziko hodnotené ako stredné.

Extrémne zrážky a prívateľné dažde sú v lokalite málo pravdepodobné. Dopady sú ďalej zmiernené retenčným systémom – lagúna na zachytávanie dažďovej vody je dimenzovaná na základe hydrologických výpočtov pre danú lokalitu až na úroveň 100-ročnej zrážkovej udalosti (cca 300 l/s/ha). V dôsledku toho je riziko hodnotené ako nízke.

1.5 Odporúčania pre zvýšenie odolnosti a adaptačné opatrenia

Na základe vykonaného hodnotenia klimatických rizík možno konštatovať, že projekt „Skleník na pestovanie potravín – Červeník“ je už v základnom návrhu koncipovaný ako technologicky vyspelý a klimaticky odolný zámer. Navrhované technické a prevádzkové riešenia významne znižujú citlivosť projektu na identifikované klimatické hrozby a prispievajú k tomu, že výsledná úroveň rizika sa pohybuje prevažne v pásme nízkej až strednej významnosti. V súlade s metodickými usmerneniami je však vhodné formulovať odporúčania, ktoré môžu ďalej posilniť dlhodobú odolnosť projektu voči očakávaným prejavom zmeny klímy.

V oblasti vln horúčav a extrémnych teplôt je projekt vybavený sofistikovaným systémom riadenia mikroklimy, ktorý umožňuje udržiavať optimálne pestovateľské podmienky bez potreby aktívneho chladenia. Odporúča sa, aby prevádzkovateľ priebežne vyhodnocoval funkčnosť tohto systému a prispôboval jeho nastavenia na základe reálnych prevádzkových dát a vývoja klimatických podmienok. Dlhodobo môže byť prínosné optimalizovať algoritmy riadenia mikroklimy, najmä pri extrémnych teplotných epizódach, a venovať zvýšenú pozornosť ochrane zdravia pracovníkov počas období s vysokým tepelným stresom, napríklad prostredníctvom organizačných opatrení alebo úprav pracovných režimov.

Z hľadiska sucha a nedostatku vody projekt disponuje vysokou mierou adaptívnej kapacity vďaka kombinácii vlastného zdroja vody, zachytávaniu dažďovej vody a vysoko efektívnemu hydroponickému systému s recykláciou vody. Na ďalšie posilnenie odolnosti sa odporúča systematicky monitorovať spotrebu vody, účinnosť recyklácie a kapacitné možnosti retenčných prvkov. V prípade dlhodobého sucha alebo zmeny hydrologických podmienok je vhodné mať pripravený rámcový plán vodného manažmentu, ktorý umožní flexibilne reagovať na zníženú dostupnosť vodných zdrojov bez ohrozenia kontinuity výroby.

Pri intenzívnych zrážkach a prívateľných dažďoch zohráva kľúčovú úlohu retenčný systém a lagúna na zachytávanie dažďovej vody, ktorá je dimenzovaná na extrémne zrážkové udalosti. Odporúča sa zabezpečiť pravidelnú kontrolu a údržbu týchto zariadení, najmä po výskyte intenzívnych zrážok, aby bola dlhodobo zachovaná ich funkčnosť. Pri prípadných budúcich úpravách alebo rozšíreniach areálu je vhodné zohľadniť možné zmeny zrážkového režimu a zvýšenú premenlivosť zrážok v dôsledku zmeny klímy.

V oblasti silných vetrov a búrok je projekt navrhnutý s dostatočnou statickou rezervou a vybavený automatizovanými bezpečnostnými prvkami. Pre udržanie tejto úrovne odolnosti sa odporúča vykonávať pravidelné revízie statických prvkov, kotvenia konštrukcie a funkčnosti senzorov rýchlosti vetra. Tieto opatrenia umožnia včas identifikovať prípadné technické nedostatky a minimalizovať riziko poškodenia objektu pri extrémnych poveternostných javoch.

Z dlhodobého hľadiska je vhodné venovať pozornosť aj systémovému manažmentu klimatických rizík. Odporúča sa pravidelná aktualizácia hodnotenia klimatickej zraniteľnosti projektu, najmä pri významných technologických zmenách alebo pri zmene prevádzkových podmienok. Priebežné sledovanie klimatických trendov a využívanie aktuálnych údajov SHMÚ môže prispieť k včasnému prispôbaniu prevádzky a ďalšiemu zvyšovaniu klimatickej odolnosti projektu.

Celkovo možno konštatovať, že implementáciou uvedených odporúčaní sa posilní už existujúca adaptívna kapacita projektu a zabezpečí sa jeho stabilná a udržateľná prevádzka aj v podmienkach pokračujúcej zmeny klímy, bez potreby zásadných dodatočných zásahov do technického riešenia skleníka.

1.6 Mitigačné opatrenia súvisiace s projektom

Mitigačné opatrenia navrhované v rámci projektu „Skleníky na pestovanie potravín – Červeník“ sú zamerané na znižovanie emisií skleníkových plynov, efektívnejšie využívanie dostupných energetických a materiálových zdrojov a obmedzenie negatívnych dopadov prevádzky projektu na klímu. Opatrenia vychádzajú z technologického riešenia projektu a z jeho priestorovej väzby na existujúce priemyselné a energetické zdroje v území.

Zachytávanie CO₂ a jeho využitie

Projekt uvažuje so zachytávaním oxidu uhličitého (CO₂) z priemyselných zdrojov v okolí a jeho následným využitím v skleníku na podporu rastu pestovaných plodín. Využitie CO₂ ako vstupu do pestovateľského procesu predstavuje formu jeho materiálového zhodnotenia a prispieva k zníženiu čistých emisií skleníkových plynov v porovnaní so scenárom jeho priameho vypúšťania do ovzdušia. Toto opatrenie má zároveň pozitívny vplyv na produktivitu skleníka a efektívnosť výroby.

Nakladanie s dažďovou vodou

Súčasťou projektu je zachytávanie a akumulácia dažďovej vody zo strešných plôch skleníka prostredníctvom dažďových žlabov a retenčných nádrží. Dažďová voda je následne využívaná v technologickom procese pestovania, čím sa znižuje potreba odberu vody z primárnych zdrojov. Toto opatrenie prispieva k znižovaniu energetickej a emisnej náročnosti vodného hospodárstva a zároveň zvyšuje odolnosť projektu voči obdobiam sucha.

Využívanie odpadového tepla z ENVIRAL / KGJ

Projekt počíta s možnosťou využívania odpadového tepla vznikajúceho pri prevádzke priemyselných zariadení v okolí, najmä zo zdrojov spoločnosti ENVIRAL, a.s. alebo z kogeneračných jednotiek (KGJ). Odpadové teplo, ktoré by inak zostalo nevyužitú, bude využité na vykurovanie skleníka alebo na podporu technologických procesov. Týmto spôsobom dochádza k zvýšeniu celkovej energetickej efektívnosti systému a k zníženiu potreby výroby tepla z primárnych fosílnych palív.

Využívanie odpadového tepla z Jadrovej elektrárne Jaslovské Bohunice

Ďalším potenciálnym mitigačným opatrením je využitie odpadového tepla z Jadrovej elektrárne Jaslovské Bohunice. Aj keď ide o dlhodobie riešenie závislé od technickej a infraštruktúrnej realizovateľnosti, jeho

uplatnenie by umožnilo zabezpečiť časť tepelnej energie z nízkoemisného zdroja. Takéto riešenie by významne prispelo k zníženiu uhlíkovej stopy prevádzky skleníka a k podpore prechodu na nízkoemisné hospodárstvo.

Znižovanie energetickej náročnosti chladenia v ENVIRAL

V súčasnosti dochádza v prevádzke ENVIRAL, a.s. k odvádzaniu a nevyužívaniu odpadového tepla z chladiacich procesov, ktoré je energeticky náročné a neefektívne. Prepojenie skleníka s týmto zdrojom tepla umožňuje jeho druhotné využitie, čím sa znižujú straty energie a zároveň sa obmedzuje potreba aktívneho chladenia. Toto opatrenie prispieva k zníženiu celkovej spotreby energie a nepriamych emisií skleníkových plynov v rámci celého integrovaného systému.

2. Záver

Na základe systematického posúdenia klimatických hrozieb, expozície projektu, jeho citlivosti a adaptívnej kapacity možno konštatovať, že projekt „Skleníky na pestovanie potravín – Červeník“ nie je vystavený klimatickým rizikám, ktoré by v súčasnosti alebo v blízkom časovom horizonte dosahovali úroveň významného rizika v zmysle metodických usmernení SAŽP/MŽP SR pre EIA/SEA a pre posudzovanie klimatickej odolnosti podnikateľských subjektov.

Najvýraznejšie klimatické riziká predstavujú vlny horúčav a obdobia sucha, ktoré sú v danom území pravdepodobné. Vzhľadom na integrované technické a prevádzkové riešenia skleníka, najmä automatizované riadenie mikroklimy, pasívne opatrenia proti prehrievaniu, vysoko efektívny systém hospodárenia s vodou a vysokú mieru recyklácie vody, sú však dopady týchto javov účinne zmierňované. Výsledná úroveň rizika je preto hodnotená ako stredná a nevýznamná.

Ostatné klimatické hrozby, ako sú intenzívne zrážky, povodne, silné vetry, búrky či extrémny chlad, vykazujú v lokalite nízku pravdepodobnosť výskytu alebo sú projektom technicky dobre zvládnuteľné. Ich výsledná úroveň rizika je hodnotená ako nízka, bez potreby dodatočných zásadných adaptačných zásahov.

Celkové hodnotenie potvrdzuje, že projekt disponuje dostatočnou adaptívnou kapacitou a klimatickou odolnosťou, pričom navrhnuté riešenia vychádzajú z overených technológií a skúseností z porovnateľných prevádzok. Z pohľadu klimatickej zraniteľnosti a rizika zmeny klímy je preto možné projekt považovať za primerane odolný a udržateľný, bez identifikácie rizík, ktoré by mohli zásadne ohroziť jeho realizáciu alebo prevádzku.

V Padáni, 08.02.2026

Ing. Alena Popovičová, PhD., LL.M.
Ing. Dominika Kamasová
Mgr. Matúš Balšán
Bc. Samuel Oláš

Literárny prehľad

1. Územný plán obce Červeník. (2007). Územný plán obce – katastrálne územie Červeník. Obec Červeník. Dostupné online: https://www.cervenik.sk/download_file_f.php?id=485810
2. SHMÚ (2024). Zmena klímy na Slovensku – trendy a dopady. Slovenský hydrometeorologický ústav. Dostupné online: <https://www.shmu.sk/sk/?page=1064>
3. Envirofond (2024). Príloha 3: Stupne ohrozenia obcí. Envirofond – Slovenský enviromentálny fond. Dostupné online: https://envirofond.sk/wp-content/uploads/2024/07/Priloha-3_Stupne-ohrozenia-obci.pdf
4. Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ). (n. d.). Zmena klímy na Slovensku – prejavy a dôsledky (teplota vzduchu). Dostupné online: <https://www.shmu.sk/sk/?id=927&page=2049>
5. Slovenská agentúra životného prostredia. Metodické usmernenie pre posudzovanie klimatickej zraniteľnosti a odolnosti územia v rámci procesov EIA/SEA. Banská Bystrica: SAŽP, 2023. ISBN 978-80-8213-142-3
6. Slovenská agentúra životného prostredia. Metodické usmernenie pre posudzovanie klimatickej zraniteľnosti a klimatickej odolnosti podnikateľských subjektov. Banská Bystrica: SAŽP, 2023. 44 s. ISBN 978-80-8213-139-3.