

Krizové řízení zemědělského podniku s bioplynovou stanicí

Sára Šamajová

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Sára Šamajová
Osobní číslo:	L22021
Studijní program:	B1022A020002 Management rizik
Specializace:	Management rizik
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Krizové řízení zemědělského podniku s bioplynovou stanicí

Zásady pro vypracování

1. Vymezte problematiku na základě dostupných zdrojů.
2. Proveďte posouzení současného stavu vybraného podniku s bioplynovou stanicí.
3. Vytvořte návrh na zlepšení v oblasti krizového řízení v daném podniku.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. FOTR, Jiří, VACÍK, Emil, ŠPAČEK, Miroslav a SOUČEK, Ivan. *Úspěšná realizace strategie a strategického plánu*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0434-5.
2. HADDOW, George D., BULLOCK, Jane A. a COPPOLA, Damon P. *Introduction to emergency management*. Seventh edition. Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2021. ISBN 978-0-12-817139-4.
3. *Krizové zákony: krizový zákon, integrovaný záchranný systém, hospodářská opatření pro krizové stavy, obnova území; Hasičský záchranný sbor; Požární ochrana: zákony, nařízení vlády, vyhlášky: redakční uzávěrka 27.11.2023*. ÚZ: úplné znění. Ostrava: Sagit, 2023. ISBN 978-80-7488-600-3.
4. ŠENOVSKÝ, Pavel, ŠENOVSKÝ, Michail a ORAVEC, Milan. *Teorie krizového managementu*. 2. rozšířené vydání. Ostrava: Spektrum, 2020. ISBN 978-80-738-5231-3.
5. VILÁŠEK, Josef a FUS, Jan. *Krizové řízení v ČR na počátku 21. století*. Druhé, upravené vydání. Karolinum, 2023. ISBN 978-80-246-5514-7.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Snopek, Ph.D.**
Ústav environmentální bezpečnosti

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne 2.5.2025

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou krizového řízení v zemědělském podniku provozujícím bioplynovou stanici. Teoretická část práce se zaměřuje na vymezení základních pojmů a principů krizového řízení, včetně jeho specifík v prostředí podnikové praxe a zemědělského sektoru. Praktická část se soustředí na identifikaci a analýzu rizik spojených s provozem bioplynové stanice pomocí metody Riskan, která umožňuje systematické posouzení pravděpodobnosti a závažnosti rizik. Na nejzávažnější identifikovaná rizika je následně aplikována metoda KARS, která slouží k jejich detailnímu hodnocení a stanovení priorit řešení. Výsledkem práce je návrh konkrétních preventivních a nápravných opatření s cílem zvýšit úroveň připravenosti podniku na krizové situace, minimalizovat potenciální dopady a podpořit bezpečný a udržitelný provoz bioplynové stanice.

Klíčová slova: bioplynová stanice, zemědělské družstvo, krizové řízení, riziko, analýza rizik

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the issue of crisis management in an agricultural enterprise operating a biogas plant. The theoretical part of the thesis focuses on the definition of basic concepts and principles of crisis management, including its specifics in the environment of corporate practice and the agricultural sector. The practical part focuses on the identification and analysis of risks associated with the operation of a biogas plant using the Riskan method, which allows a systematic assessment of the probability and severity of risks. The KARS method is then applied to the most serious identified risks to assess them in detail and to prioritise solutions. The result of the work is a proposal of specific preventive and corrective measures to increase the level of preparedness of the company for crisis situations, to minimize potential impacts and to support safe and sustainable operation of the biogas plant.

Keywords: biogas plant, agricultural cooperative, crisis management, risk, risk analysis

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu doktoru Lukáši Snopkovi za odborné vedení, cenné rady a podporu při zpracování této práce. Poděkování patří také všem, kteří mi ochotně poskytli potřebné informace a konzultace pro praktickou část práce. V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým za jejich podporu, trpělivost a povzbuzení během celého studia.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 KRIZOVÉ ŘÍZENÍ.....	14
1.1 HISTORICKÝ VÝVOJ KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ.....	14
1.2 BEZPEČNOSTNÍ STRATEGIE	15
1.3 DEFINICE A FÁZE KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ.....	15
1.4 TEORETICKÝ PŘÍSTUP KE KRIZOVÉMU ŘÍZENÍ V PODNICÍCH.....	17
1.5 SPECIFIKA KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ V ZEMĚDĚLSTVÍ	17
2 BIOPLYNOVÁ STANICE	19
2.1 BIOMASA.....	19
2.1.1 Historie biomasy	19
2.1.2 Vznik biomasy.....	20
2.1.3 Zdroje biomasy.....	20
2.2 DEFINICE A PRINCIP FUNGOVÁNÍ BIOPLYNOVÉ STANICE	21
2.2.1 Fáze vzniku bioplynu	21
2.2.2 Technologické celky bioplynových stanic	22
2.3 VÝZNAM BIOPLYNOVÝCH STANIC V ZEMĚDĚLSKÉM PODNIKU.....	23
2.3.1 Výhody provozu bioplynových stanic.....	23
2.3.2 Využití bioplynu.....	24
3 KRIZOVÉ ŘÍZENÍ BIOPLYNOVÝCH STANIC.....	25
3.1 EFEKTIVNÍ KRIZOVÉ ŘÍZENÍ BIOPLYNOVÝCH STANIC	25
3.2 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY	25
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	27
4 VYBRANÝ PODNIK	28
5 ANALÝZA RIZIK – SOFTWARE RISKAN	30
6 ANALÝZA RIZIK – METODA KARS	38
7 NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ.....	44
7.1 PORUCHA FERMENTORŮ	44
7.2 PORUCHA ŘÍDÍCÍHO SYSTÉMU.....	45
7.3 POŽÁR.....	45
7.4 ZRANĚNÍ OBSLUHY A NEDOSTATEČNÉ POUŽITÍ OOPP	47
7.5 PŘERUŠENÍ DODÁVEK DO SÍTĚ	48
ZÁVĚR	50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	51
SEZNAM OBRÁZKŮ	53

SEZNAM TABULEK	54
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	55

ÚVOD

Krizové řízení je souborem opatření a postupů, které organizace přijímají s cílem předcházet vzniku mimořádných událostí, připravit se na jejich řešení a minimalizovat jejich negativní dopady na chod podniku. Efektivní krizové řízení umožňuje zachování kontinuity činností, ochranu majetku, zdraví osob i životního prostředí. Význam krizového řízení je patrný napříč všemi sektory, přičemž v zemědělství je jeho role umocněna vysokou mírou nejistoty způsobenou přírodními, technologickými i tržními riziky.

Zemědělské podniky, které provozují bioplynové stanice, čelí kromě obvyklých zemědělských rizik také rizikům technického charakteru a environmentálním hrozbám. Bioplynová stanice představuje významný zdroj obnovitelné energie, avšak její provoz je spojen s možností havárií, úniků nebezpečných látek, požárů či jiných mimořádných událostí, které mohou vážně ohrozit jak samotný podnik, tak jeho okolí.

Tato bakalářská práce se zaměří na posouzení krizové připravenosti zemědělského podniku s provozem bioplynové stanice. V praktické části práce bude provedena analýza rizik, kterým bude podnik vystaven, s využitím metodiky Riskan, jež umožní identifikaci a hodnocení pravděpodobnosti a závažnosti jednotlivých rizik. Na nejzávažnější zjištěná rizika bude dále aplikována metoda KARS, která poslouží k detailnímu posouzení a stanovení priorit jejich řešení.

Výstupem praktické části bude sestavení přehledu hlavních rizik ohrožujících provoz bioplynové stanice, určení jejich kritičnosti a návrh konkrétních preventivních a nápravných opatření. Cílem práce bude nejen poskytnout podniku podklady pro aktualizaci krizového plánu, ale také zvýšit jeho odolnost vůči potenciálním krizovým situacím a přispět ke stabilnějšímu a bezpečnějšímu provozu v dlouhodobém horizontu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KRIZOVÉ ŘÍZENÍ

Krizové řízení představuje komplexní a systematický proces, jehož cílem je snížení rizik a omezení dopadů mimořádných událostí na společnost, infrastrukturu či ekonomiku. Klíčovým prvkem tohoto procesu je takzvaný cyklus řízení rizik, který zahrnuje jednotlivé fáze, od dekompozice systému, identifikace hrozeb a ohrožených prvků, přes analýzu a modelování rizik až po jejich optimalizaci a následné zajištění finančních a dalších zdrojů pro realizaci navržených opatření. Důraz je kladen na propojení technických, organizačních a lidských aspektů v rámci integrovaného přístupu. Tento přístup umožňuje včasnou detekci rizik, jejich pochopení v širších souvislostech a výběr nejvhodnějších strategií pro jejich zvládnutí. (Šenovský et al., 2020)

Důležitým aspektem je vytvoření plánů pro různé scénáře krizí, které umožní organizaci rychle a účinně reagovat na neočekávané události. Během krize je důležité mít jasně definovanou strukturu rozhodování, která umožní rozhodovat rychle a vědomě. (Oscarsson, 2022)

1.1 Historický vývoj krizového řízení

Koncepce krizového řízení se postupně vyvíjela v návaznosti na měnící se společenské, bezpečnostní a technologické podmínky. Počátky této disciplíny sahají až do období civilní obrany v době studené války, kdy se v USA a dalších státech začaly vytvářet první organické struktury pro ochranu obyvatelstva, zejména v kontextu hrozby jaderného konfliktu. Civilní obrana byla v této době chápána především jako vojensko-bezpečnostní opatření. (Haddow et al., 2021)

V 70. letech však došlo k zásadnímu posunu, vlivem opakujících se přírodních katastrof, jako byly hurikány Agnes a Camille, se ukázalo, že reakce na mimořádné události vyžaduje koordinovanější a všestrannější přístup. V tomto období se začal rozvíjet model komplexního krizového řízení, který zahrnoval nejen reakci, ale i připravenost, prevenci a obnovu. (Haddow et al., 2021)

Další zlom nastal po teroristických útocích 11. září 2001, které vedly k zásadní reorganizaci krizového řízení zejména v USA. Vznikem Ministerstva vnitřní bezpečnosti došlo k vytvoření centrální autority, která koordinuje činnost bezpečnostních i civilních složek. Paralelně s tím se rozvíjela koncepce tzv. integrovaného systému krizového řízení,

který propojuje jednotlivé úrovně řízení, od lokálních až po federální, a zahrnuje nejen státní složky, ale také neziskový a soukromý sektor. (Haddow et al., 2021)

Současné pojetí krizového řízení vychází z principu celospolečenské odolnosti a klade důraz na mezioborovou spolupráci, sdílení informací a adaptabilitu systémů. Krizové řízení již není vnímáno jako izolovaná aktivita v reakci na konkrétní událost, ale jako trvalý proces řízení rizik, který zasahuje do všech oblastí veřejné správy, podnikání i každodenního života obyvatelstva. (Haddow et al., 2021)

1.2 Bezpečnostní strategie

Bezpečnostní strategie České republiky vychází z několika klíčových principů a východisek, jejich cílem je zajistit ochranu obyvatelstva, územní celistvost a demokratické hodnoty. Stěžejním úkolem státu a jeho samosprávných orgánů je vytvářet takové podmínky, které umožňují efektivní ochranu obyvatelstva, zdraví, majetku a institucí, a to prostřednictvím fungujícího bezpečnostního systému. Ten je koncipován jako dynamicky se rozvíjející celek, schopný reagovat na měnící se hrozby vnitřního i vnějšího charakteru. (Vilášek a Fus, 2022)

Česká bezpečnostní strategie je postavena na principech nedělitelnosti bezpečnosti, prevence hrozeb, aktivní spolupráce v rámci Severoatlantické aliance i Evropské unii a odpovědnosti státu za vlastní obranu. Bezpečnostní zájmy se rozlišují do tří kategorií, a to tedy na životní, strategické a další významné. Tyto zájmy zahrnují například zajištění ústavního pořádku, energetické bezpečnosti, ochrany obyvatelstva, stability euroatlantického prostoru a potlačování bezpečnostních hrozeb. Strategický přístup klade důraz i na posilování veřejné informovanosti, rozvoj státních institucí a technologický pokrok. Významnou roli v tomto kontextu hraje komplexní a proaktivní přístup, který reflektuje stále provázanější a obtížněji předvídatelné bezpečnostní prostředí. (Vilášek a Fus, 2022)

1.3 Definice a fáze krizového řízení

Krizové řízení představuje souhrn systematických činností, které směřují k předcházení krizí, jejich rozpoznání a efektivnímu zvládnutí v okamžiku, kdy nastanou. Jeho podstatou je schopnost rychle reagovat na nepředvídatelné situace a minimalizovat negativní dopady na chod organizace. V podnicích se krizové řízení stává nezbytným nástrojem nejen v mimořádných událostech typu havárií, přírodních katastrof či výpadků výroby, ale také při

vnitřních problémech, jako jsou finanční potíže, selhání vedení či ztráta klíčových zákazníků. (Zuzák a Königová, 2009)

Krizové řízení je vnímáno jako samostatná oblast managementu, která se opírá o specifické metody, přístupy a organizační struktury. Zásadním cílem krizového řízení je nejen zvládnutí samotné krizové situace, ale také udržení základních funkcí podniku a vytvoření podmínek pro jeho následnou stabilizaci a obnovu. Klíčovým prvkem je příprava. Podnik by měl mít nastavené postupy a nástroje, které umožní rychlou identifikaci hrozby a odpovídající reakci. (Zuzák a Königová, 2009)

Krizové řízení bývá členěno do několika fází, které dohromady tvoří tzv. krizový cyklus. To zajišťuje kontinuitu řízení v průběhu celé krizové situace, od jejího počátku až po návrat do normálního provozu. Jednotlivé fáze se vzájemně doplňují a jejich správné zvládnutí je předpokladem pro úspěšné překonání krize. (Zuzák a Königová, 2009)

Fáze prevence zahrnuje veškeré aktivity zaměřené na identifikaci hrozeb a rizik, které by mohly ohrozit stabilitu podniku. V této fázi je důležité provádět pravidelnou analýzu rizik, aktualizaci bezpečnostních plánů a školení zaměstnanců. Cílem je snížit pravděpodobnost vzniku krize na minimální přijatelnou hodnotu. (Zuzák a Königová, 2009)

Fáze přípravy spočívá v nastavení organizačních, technických a komunikačních mechanismů, které umožní efektivní reakci v případě krizové události. Patří sem sestavení krizového štábu, vytvoření krizového plánu, vymezení odpovědností a informačních toků. Důraz je kladen na připravenost klíčových pracovníků a jasně stanovené postupy. (Zuzák a Königová, 2009)

Fáze reakce se aktivuje v okamžiku, kdy krizová situace nastane. V této fázi je klíčové rychlé rozhodování, efektivní komunikace a přijetí adekvátních opatření k omezení škod. Krizový tým v této chvíli hraje zásadní roli, organizuje činnost jednotlivých složek, vyhodnocuje situaci a koordinuje vnitřní i vnější komunikaci. (Zuzák a Königová, 2009)

Fáze obnovy následuje po odeznění akutní fáze krize, jejím cílem je stabilizovat chod podniku, obnovit běžné procesy a vyhodnotit celkový průběh zvládnutí krize. Součástí této fáze je také identifikace chyb a slabých míst v krizovém řízení, což umožňuje zlepšit připravenost na budoucí krizové situace. (Zuzák a Königová, 2009)

1.4 Teoretický přístup ke krizovému řízení v podnicích

Krizové řízení se v moderním pojetí nevnímá pouze jako reaktivní nástroj pro řešení mimořádných událostí, ale jako nezbytná součást strategického řízení podniku. Je nezbytné chápat krize jako běžnou součást podnikatelského cyklu, na kterou je třeba být připraven jak z hlediska organizačního, tak i toho metodického. (Fotr et al., 2017)

Základem krizového řízení je schopnost včas identifikovat tzv. slabé signály nebo i varovné příznaky, které mohou naznačovat hrozící problémy. Mezi tyto signály patří například zhoršující se finanční výsledky, změny na trhu či napětí uvnitř organizace. Včasné rozpoznání těchto signálů umožňuje přijmout opatření dříve, než situace přeroste v plnohodnotnou krizi. (Fotr et al., 2017)

Součástí teoretického přístupu je také práce s krizovými scénáři a plánování různých variant vývoje situace. Používají se nástroje jako analýza „what if?“ nebo modelování událostí, které pomáhají připravit se na neočekávané okolnosti. Neméně důležitá je i role krizového týmu v čele s krizovým lídrem, který je schopen ve stresových podmínkách rychle rozhodovat a efektivně řídit reakci podniku. (Fotr et al., 2017)

1.5 Specifika krizového řízení v zemědělství

Zemědělství jako sektor je mimořádně citlivý na různé typy krizí, které mohou mít významný dopad na produkci, zásobování i regionální stabilitu. Oproti jiným odvětvím hospodářství je charakteristické vysokou závislostí na faktorech, které zemědělec nemůže ovlivnit, například tedy počasí, biologické procesy, vývoj světových trhů nebo změny v politickém prostředí. Tato zranitelnost s sebou přináší specifické nároky na krizové řízení, které musí být komplexní, systémově pojaté a dlouhodobě udržitelné. (Lioutas, 2021)

Tradiční nástroje řízení rizik, jako je pojištění či diverzifikace příjmů, jsou sice důležité, ale samy o sobě nestačí. Pro zvládnutí krizí v zemědělství je klíčové budování odolnosti, jak na úrovni jednotlivých farem, tak i v rámci celého odvětví. To zahrnuje zejména podporu kolektivních mechanismů, jako jsou družstva, profesní svazy nebo sdílené systémy včasného varování. Tyto formy spolupráce umožňují lépe rozdělit rizika, zlepšit dostupnost informací a zvýšit schopnost přizpůsobit se novým podmínkám. (Lioutas, 2021)

Dále je důležité, aby krizové řízení v zemědělství zohledňovalo širší kontext dopadů, nejen ekonomických, ale i sociálních a environmentálních. Krize v tomto sektoru totiž často zasahují celé komunity, ovlivňují potravinovou bezpečnost a mohou mít dlouhodobé

následky pro ekosystém. Strategické plánování proto musí propojit veřejné instituce, zemědělce a další aktéry a soustředit se na podporu adaptace, prevence a odolnosti vůči budoucím hrozbám. (Lioutas, 2021)

Dále je zdůrazňován význam komunikace a důvěry mezi aktéry. Efektivní krizové řízení vyžaduje transparentnost, sdílení dat a koordinované reakce. Bez těchto prvků dochází ke zpožděným rozhodnutím a ztrátě schopnosti zmírnit dopady krizí ve správný čas. Zemědělství proto potřebuje cílené politiky a podporu, které umožní flexibilně reagovat a zároveň dlouhodobě posilovat stabilitu a udržitelnost systému. (Lioutas, 2021)

2 BIOPLYNOVÁ STANICE

Bioplynová stanice je prostředek k výrobě bioplynu, ten vzniká ve fermentoru bioplynové stanice při anaerobní fermentaci, kde se rozkládají organické látky pocházející z biomasy pomocí působení anaerobních organismů. (Benda et al., 2012)

2.1 Biomasa

Biomasa je materiál rostlinného nebo živočišného biologického původu kterým může být záměrně tvořená rostlinná hmota pěstovaná v půdě nebo hydroponii, živočišná biomasa, vedlejší produkty nebo odpady ze zemědělské, lesnické a potravinářské výroby, péče o krajinu a průmyslové výroby podnikající s pomocí biologických materiálů. (Cenek, 2001)

Představuje významný obnovitelný zdroj energie, který může být přeměněn na různé formy energie prostřednictvím několika konverzních technologií. Tyto technologie zahrnují termochemické procesy, jako je spalování, pyrolýza i zplyňování, a biochemické procesy, jako je anaerobní digesce a fermentace. (Usman a Sujarwo, 2022)

Největšími producenty biomasy pro energetické účely v Evropské unii jsou Švédsko, Finsko, Rakousko a Portugalsko. (Cenek, 2001)

2.1.1 Historie biomasy

Energie získávaná spalováním dřeva provází lidstvo už po tisíce let. Už před přibližně 790 000 lety, kdy pravěký člověk poprvé zkrotil oheň, začal využívat jeho sílu i k produkci tepla. Právě z tohoto důvodu je biomasa historicky nejdéle využívaným zdrojem energie. Až do 18. století dokonce představovala zcela zásadní pilíř energetického hospodářství. V některých rozvojových státech, jako je například Mosambik nebo Etiopie, tvoří převažující spotřebu energie i dnes, kdy její hodnota přesahuje 90 %. (Quaschnig, 2010)

Ve vyspělých zemích se význam biomasy začal postupně vytrácet s nástupem fosilních paliv, která převzala dominantní roli v průběhu průmyslové revoluce. V průběhu 20. století se tak biomasa dostala spíše na okraj zájmu, například v Německu její podíl na celkové spotřebě energie v roce 2000 nedosahoval ani na 3 %. Situace se však začala měnit s příchodem 21. století, kdy prudce vrostly ceny ropy a energická závislost na fosilních zdrojích se stala citlivým tématem. Biomasa se tak znovu dostala do popředí, a to nejen v tradiční podobě palivového dřeva, ale i v moderních formách využití, například

ve spalovacích zařízeních nové generace, v elektrárnách na biomasu nebo při výrobě bioplynu a kapalných biopaliv. (Quaschning, 2010)

2.1.2 Vznik biomasy

Biomasa vzniká přirozenými biologickými procesy v rostlinách, přičemž klíčovou roli hraje fotosyntéza. Rostliny přijímají oxid uhličitý z atmosféry a vodu z půdy, které pomocí sluneční energie přeměňují na organické látky, především cukry, a uvolňují přitom kyslík. Tento proces je základním stavebním kamenem tvorby biomasy a zároveň hlavním zdrojem kyslíku v zemské atmosféře. (Murtinger a Beranovský, 2011)

Fotosynteticky aktivní záření, které rostliny využívají, se nachází především ve spektru 400-700 nm. I za ideálních podmínek však rostliny nedokážou přeměnit na biomasu více než 30 % přijaté energie, přičemž běžná účinnost se pohybuje spíše mezi 1-8 %. Významnou roli v tomto ohledu hraje druh rostliny, podmínky prostředí, dostupnost vody i koncentrace oxidu uhličitého. (Murtinger a Beranovský, 2011)

Kromě světla a oxidu uhličitého rostliny potřebují ke svému růstu a tvorbě biomasy také minerální látky a teplo. Míra přeměny sluneční energie na rostlinou hmotu se označuje jako primární produkce. Ta se liší podle typu porostu, například tropický deštný prales vykazuje v průměru vyšší produkci než mírné lesy nebo zemědělská půda. (Quaschning, 2010)

Rostlinná biomasa se skládá z různých organických látek, mezi které patří zejména celulóza, hemicelulóza, lignin, škrob, oleje a pryskyřice. Největší podíl tvoří celulóza, tedy základní stavební složka rostlinných buněk, která má schopnost vázat vodu a je přirozeně rozložitelná mikroorganismy. Lignin je složkou dřeva a zajišťuje pevnost a stabilitu buněčných stěn. Energetický význam mají i tuky a oleje, které mají vysokou výhřevnost a lze je využívat jako paliva. (Murtinger a Beranovský, 2011)

Vznik biomasy je součástí přirozeného koloběhu uhlíku v přírodě. Uhlík, který rostliny přijímají ve formě CO_2 , je následně prostřednictvím potravy nebo rozkladu předáván dalším organismům a vrací se zpět do atmosféry, čímž dochází k uzavření uhlíkového cyklu. (Murtinger a Beranovský, 2011)

2.1.3 Zdroje biomasy

Biomasa může pocházet ze dvou hlavních zdrojů, buď jako výsledek zemědělské produkce, nebo jako odpad z různých činností. V případě cíleného získávání se jedná o biomasu

záměrně produkovanou v rámci zemědělské výroby a venkovských oblastí. Ta může být dále využita k různým účelům, mezi které patří především výživa lidí, krmivo pro hospodářská zvířata, suroviny pro průmysl a v neposlední řadě i pro energetické účely. (Cenek, 2001)

Druhou kategorií je biomasa odpadní. Ta zahrnuje především odpady ze zemědělské produkce, potravinářského průmyslu, lesního hospodářství a zpracování dřeva, dále odpady z průmyslových podniků nebo z domácností. I tento typ biomasy může být dále energeticky využit, čímž dochází k efektivnímu zhodnocení biologicky rozložitelných zbytků. (Cenek, 2001)

2.2 Definice a princip fungování bioplynové stanice

Proces vzniku bioplynu je výsledkem složitého biologického rozkladu organických látek za účasti mnoha různých druhů mikroorganismů. Jedná se o vícestupňový biochemický proces, jehož finálním produktem je směs plynů, označována jako bioplyn. Ten se skládá převážně z metanu, ale obsahuje i další doprovodné plyny, například oxid uhličitý, vodní páru, vodík nebo stopy sirovodíku. Tento proces probíhá v několika na sebe navazujících fázích, přičemž každá má svůj specifický význam. (Benda et al., 2012)

2.2.1 Fáze vzniku bioplynu

Prvním krokem je hydrolýza, kdy dochází k rozkladu složitých organických sloučenin, například polysacharidů, tuků a bílkovin, na jednodušší látky. Tuto přeměnu umožňují enzymy uvolňované hydrolytickými mikroorganismy, které působí za přísně anaerobních podmínek. Právě dostatek vlhkosti je pro tuto fázi klíčový, protože významně ovlivňuje aktivitu těchto mikroorganismů. (Benda et al., 2012)

Následuje acidogeneze, během níž vzniká kyselé prostředí. V této fázi bakterie přeměňují jednodušší produkty hydrolýzy na nižší mastné kyseliny, vodík, oxid uhličitý a další organické kyseliny, mezi nimi i kyselinu octovou. (Benda et al., 2012)

Ve třetí fázi, označované jako acetogeneze, dochází k dalším přeměnám, tentokrát k rozkladu vyšších mastných kyselin právě na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý. V důsledku těchto reakcí se prostředí stává stále kyslejší, což má vliv na další průběh procesu. (Benda et al., 2012)

Poslední, čtvrtou fází je metanogeneze. V jejím průběhu dochází k činnosti speciálních metanogenních mikroorganismů, které využívají vzniklé kyseliny a plyny k produkci metanu, tedy hlavní složky bioplynu. Právě tato fáze dává bioplynu jeho energetický

význam, protože v jejím závěru vzniká směs plynů vhodná k energetickému využití. (Benda et al., 2012)

2.2.2 Technologické celky bioplynových stanic

Bioplynové stanice tvoří ucelený technologický systém, který umožňuje přeměnu organických materiálů na bioplyn a jeho následné využití k výrobě energie. Tento proces zahrnuje několik klíčových technologických celků, mezi které patří příjmová část, fermentory, zařízení na úpravu a skladování bioplynu a kalová koncovka. (Benda et al., 2012)

Vstupní suroviny nejprve procházejí příjmovou částí, kde se upravují podle požadovaných parametrů. Dochází zde k separaci nežádoucích příměsí, míchání různých druhů materiálů, úpravě sušiny nebo případné hygienizaci. Výsledná směs musí být vhodná jak z hlediska obsahu živin, tak i technických vlastností, aby bylo možné ji efektivně zpracovávat ve fermentorech. (Benda et al., 2012)

Fermentory, tedy reaktory, ve kterých dochází k samotné anaerobní fermentaci, mohou pracovat ve dvou základních režimech, mokré nebo suché fermentaci. Mokrý fermentace se využívá u materiálů s nižším obsahem sušiny (obvykle do 12 %), které lze snadno čerpat. Typickým příkladem jsou kejdy nebo komunální odpadní vody. Suchá fermentace je naopak určena pro materiály s vyšší sušinou, obvykle mezi 20 % a 40 %, které se zpracovávají vsázkově. Konstrukce fermentorů může být různorodá, od válcových s horizontální nebo vertikální osou až po fermentory s kónickým dnem. Součástí bývají také systémy míchací, mechanické, hydraulické nebo pneumatické, které zajišťují promíchání obsahu a tím i rovnoměrný průběh fermentace. (Benda et al., 2012)

Fermentory bývají často propojeny do technologické linie spolu se zásobníky a defermentory. V případě vsázkového provozu je důležité přesné dávkování materiálu podle fáze fermentace, protože produkce bioplynu není okamžitá, ale postupně roste. Udržení stabilních anaerobních podmínek, vhodné teploty a dostatečné doby zdržení je klíč pro stabilní výstup. (Benda et al., 2012)

Vyrobený plyn je dále skladován a upravován. Nejčastěji se využívají plynojemy, ocelové, plastové nebo flexibilní membránové vaky, které nejen uchovávají plyn, ale i vyrovnávají rozdíly mezi jeho produkcí a spotřebou. Pokud se plyn aktuálně nevyužívá, je nutné jej bezpečně spalovat v hořácích. (Benda et al., 2012)

Bioplyn je zpravidla před použitím upravován, suší se, zbavuje oxidu uhličitého, sirovodíku a dalších příměsí. Používají se různé techniky, jako je membránová separace, absorpce, chlazení či mikroaerace. Zvláštní důraz je kladen na odstranění sulfanu, který je agresivní vůči kovovým částem zařízení a může způsobovat korozi. Běžně se k tomu využívají materiály obsahující oxidy železa nebo speciální biologické postupy. (Benda et al., 2012)

Vedlejším produktem fermentace je digestát, materiál, který zůstává po odebrání bioplynu. Tento materiál se obvykle separuje na tuhou a kapalnou frakci. Tuhá část bývá využita ke kompostování, zatímco kapalná frakce může být aplikována přímo na pole jako hnojivo. Pro separaci se používají různá zařízení, jako jsou šnekové nebo bubnové separátory. Při aplikaci digestátu je nutné brát v úvahu obsah živin a případné kontaminanty. (Benda et al., 2012)

Závěrečnou fází je využití upraveného bioplynu. Biometan, tedy vyčištěný bioplyn s vysokým podílem metanu (95 % - 98 %), může být využit jako palivo pro kogenerační jednotky, které vyrábějí teplo i elektřinu. Alternativně může být vtlačen do plynárenské sítě nebo sloužit jako palivo pro dopravní prostředky. (Benda et al., 2012)

2.3 Význam bioplynových stanic v zemědělském podniku

Bioplyn, který vzniká během anaerobní fermentace, se po vyčištění stává energeticky hodnotným palivem. Obsahuje zpravidla 95-98 % metanu, a v tomto stavu se označuje jako biometan. Takto upravený plyn je vhodný jak pro výrobu elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách, tak i jako palivo pro dopravu, nebo přímé vtláčování do distribuční sítě zemního plynu. (Cenek, 2001)

2.3.1 Výhody provozu bioplynových stanic

Jednou z největších výhod je nevázanost na klasickou formu zemědělství a lesnictví. Díky bioplynovým stanicím se zvyšuje ekonomická soběstačnost. Celý proces nabízí velké množství nových pracovních míst. Zefektivňuje regionální využití odpadů, snižuje odpar vody a napomáhá péči o krajinu. (Musil, 2009)

Tvorba plynu z biomasy dále napomáhá snižování zápachu a tím i snižuje množství metanu v ovzduší. Umožňuje zpracování i jinak téměř nevyužitelných materiálů jako je kuchyňský odpad, kejda, hnůj nebo také odpad již uložený na skládkách. Poskytuje možnost

placené likvidace biologických odpadů i ostatním producentům. (Murtinger a Beranovský, 2011)

Garantovaná cena výkupu elektřiny pocházející z provozu bioplynové stanice je daleko vyšší než z jiných zdrojů, a navíc jako odpadní produkt vzniká teplo, které je možné využít k vytápění vnitřních prostor, nebo sušení zemědělských komodit před uskladněním. Dalším odpadním produktem, který vzniká je digestát, pevný i kapalný, který je mnohem lépe využitelný jako organické hnojivo než původní vstupní produkt. (Murtinger a Beranovský, 2011)

2.3.2 Využití bioplynu

K nejběžnějším způsobům využití bioplynu v praxi patří kogenerace, tedy současná výroba elektrické energie a tepla. K tomuto účelu se využívají plynové motory nebo mikroturbíny, které jsou schopny přeměnit energii obsaženou v metanu na využitelné formy. Bioplyn lze rovněž využít v trigeneračních jednotkách, kde se vedle elektřiny a tepla vyrábí i chlazení. V některých případech slouží bioplyn také jako palivo pro spalovací motory nebo zařízení s vnitřním i vnějším spalováním. (Benda et al., 2012)

Další využití bioplynu zahrnuje přímé spalování pro účely vytápění, ohřevu vody, vaření, chlazení či sušení. Tato forma je rozšířená zejména v místech s omezeným přístupem k elektrické síti, například ve venkovských oblastech rozvojových zemí. Bioplyn může být rovněž použit pro ohřev teplotnosného média v kotlích, nebo jako vstupní surovina pro výrobu chemických látek a vodíku. (Benda et al., 2012)

Pro spalování bioplynu v kotlích se používají speciální upravené hořáky, které umožňují plynulé přechody mezi bioplynem a jinými plyny (např. propanem, biometanem či zemním plynem). Správná funkce spotřebičů závisí mimo jiné na tzv. Wobbeho indexu, který zohledňuje spalné vlastnosti plynu a umožňuje jeho porovnání s jinými palivy. (Benda et al., 2012)

Bioplyn může být rovněž využit v pokročilejších technologiích, jako jsou palivové články, kde dochází k přímé přeměně chemické energie elektrickou pomocí reformování plynu. I když se tyto technologie zatím nacházejí ve fázi vývoje, ukazují další potenciál využití bioplynu v budoucnu. (Benda et al., 2012)

3 KRIZOVÉ ŘÍZENÍ BIOPLYNOVÝCH STANIC

V rámci krizového řízení bioplynových stanic je klíčové se zaměřit na identifikaci a prevenci potenciálních havárií, které mohou mít závažné důsledky pro bezpečnost pracovníků, okolní prostředí i provozní kontinuitu zařízení. Podle dostupných dat bylo v Evropě mezi lety 2005 a 2015 zaznamenáno přibližně 800 nehod na bioplynových stanicích, přičemž většina z nich měla technické příčiny, jako jsou poruchy zařízení nebo lidské chyby. (Hegazy a Saady, 2024)

3.1 Efektivní krizové řízení bioplynových stanic

Efektivní krizové řízení by mělo zahrnovat několik klíčových opatření. Prvním krokem je důkladná identifikace rizik a jejich pravidelná aktualizace na základě provozních zkušeností a nových technologií. Dále je nezbytné vypracovat a implementovat komplexní havarijní plány, které detailně popisují postupy při různých typech incidentů, včetně požárů, úniků plynu nebo mechanických selhání. Tyto plány by měly být pravidelně testovány prostřednictvím simulací a školení personálu, aby byla zajištěna jejich efektivita v reálných situacích. (Hegazy a Saady, 2024)

Dalším důležitým aspektem je technická údržba a monitoring zařízení. Pravidelné kontroly a údržba fermentorů, plynojemů a dalších klíčových komponentů mohou výrazně snížit riziko technických poruch. Implementace moderních monitorovacích systémů umožňuje včasné odhalení anomálií a rychlou reakci na potenciální problémy. (Hegazy a Saady, 2024)

V neposlední řadě je důležitá spolupráce s místními záchrannými složkami a informování veřejnosti o možných rizicích a preventivních opatřeních. Transparentní komunikace a připravenost na krizové situace posilují důvěru veřejnosti a zajišťují koordinovaný postup v případě mimořádných událostí. (Hegazy a Saady, 2024)

3.2 Legislativní požadavky

Provoz bioplynových stanic v České republice podléhá několika klíčovým právním předpisům, které upravují jejich výstavbu, provoz a vliv na životní prostředí. Jedním z hlavních zákonů je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, který stanovuje emisní limity a podmínky pro zařízení vypouštějící znečišťující látky do ovzduší, včetně bioplynových stanic. Tento zákon zajišťuje, že provoz těchto zařízení minimalizuje negativní dopady na kvalitu ovzduší. (ÚZ 1612 Životní prostředí, 2024)

Dalším důležitým předpisem je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon), který reguluje nakládání s vodami a stanovuje podmínky pro ochranu vodních zdrojů. V kontextu bioplynových stanic je klíčový při hospodaření s vodou a nakládání s digestátem, což je zbytkový produkt anaerobní fermentace. (ÚZ 1612 Životní prostředí, 2024)

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, upravuje nakládání s odpady vznikajícími při provozu bioplynových stanic, včetně digestátu a kalů. Stanovuje povinnost pro jejich správné zpracování, využití nebo likvidaci, aby nedocházelo k negativním dopadům na životní prostředí. (ÚZ 1612 Životní prostředí, 2024)

Pro ochranu zemědělské půdy je relevantní zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, který se vztahuje na aplikaci digestátu na půdu a zajišťuje, že takové využití nepoškodí kvalitu půdy a její úrodnost. (ÚZ 1512 Zemědělství, Vinařství, Lesnictví, Myslivost, Rybářství, Ochrana zvířat, 2024)

Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie je klíčový pro provozovatele bioplynových stanic, neboť upravuje systém podpory výroby energie z obnovitelných zdrojů, včetně bioplynu. Tento zákon stanovuje podmínky pro získání finanční podpory a integraci vyrobené energie do energetické sítě. (ÚZ 1590 Energetický zákon (komunitní energetika), Zákon o podporovaných zdrojích energie, Zákon o hospodaření energií, 2024)

V oblasti krizového řízení je zásadní zákon č. 240/2000 Sb., krizový zákon, který poskytuje rámec pro řešení krizových situací, jako jsou přírodní katastrofy či technologické havárie, a stanovuje povinnosti pro orgány veřejné správy i provozovatele kritické infrastruktury, mezi které mohou bioplynové stanice patřit. (ÚZ 1559 Krizové zákony, HZS, Požární ochrana, Obnova území, 2023)

V neposlední řadě zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči (veterinární zákon), je relevantní při likvidaci živočišných vedlejších produktů v bioplynových stanicích, zajišťuje, že tato činnost probíhá v souladu s hygienickými a veterinárními standardy. (ÚZ 1512 Zemědělství, Vinařství, Lesnictví, Myslivost, Rybářství, Ochrana zvířat, 2024)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VYBRANÝ PODNIK

Vybraný podnik je zemědělské družstvo působící na území kraje Vysočina. Jedná se o zemědělský subjekt s dlouholetou tradicí, který se věnuje jak rostlinné, tak živočišné výrobě. Družstvo hospodaří na zemědělské půdě v okolí přilehlé obce, přičemž se zaměřuje zejména na pěstování obilovin, kukuřice, řepky a travních směsí. V oblasti živočišné výroby je hlavní složkou chovu skotu, a to jak masného, tak dojného, přičemž významnou část tvoří produkce hovězího a mléčného sortimentu.

Areál družstva se nachází na okraji obce a tvoří jej komplex budov, technologií a provozních ploch sloužících k zabezpečení chodu všech hlavních činností. Jednotlivé objekty jsou rozmístěny s ohledem na provozní účel a technologickou návaznost. Mezi hlavní části areálu patří kravíny, dojírna, strojní dílny i garáže, míchárna krmiv a sklady. V blízkosti areálu se nacházejí i zemědělské pozemky, na nichž probíhá polní hospodářství.

Významnou součástí provozu je i bioplynová stanice, která je situována v rámci hlavního areálu družstva. Tato stanice slouží k energetickému využití biologicky rozložitelného materiálu, především kejdy, chlévské mrvy a kukuřičné siláže. Vyrobený bioplyn je následně využíván v kogenerační jednotce k výrobě elektrické energie a tepla. Teplo je dále využíváno pro ohřev fermentačních procesů a pro vytápění části provozních budov, čímž se zvyšuje energetická soběstačnost celého podniku.

Důležitou součástí zázemí družstva je také míchárna krmiv, která se nachází v rámci technického sektoru areálu. Slouží k přípravě krmných směsí pro hospodářská zvířata, především pro skot ve výkrmu a dojnice. Míchárna je vybavena systémem zásobníků, dávkovačů a šnekových dopravníků, které umožňují přesné dávkování jednotlivých komponentů, jako jsou obiloviny, siláž, minerální doplňky nebo sušené komponenty. Celý proces míchání je řízen pomocí automatického systému, což zajišťuje konzistenci složení a kvalitu výsledné krmné směsi. Tato technologie významně přispívá ke stabilitě výživy zvířat, optimalizaci krmných dávek a efektivitě celého chovu.

Dále se v areálu nachází provozní budova s administrativním zázemím a sociálním vybavením pro zaměstnance. Pro účely řízení provozu, technické údržby a nakládání s odpadními produkty je areál vybaven obslužnými komunikacemi, jímkami na digestát, a manipulačními plochami. Důraz je kladen na logické uspořádání provozů, aby byla minimalizována rizika spojená s pohybem osob, strojů i surovin.

Celý areál je oplocen a kontrolovaný vstup je zabezpečen hlavní vrátnicí. Vstup zaměstnanců i dodavatelů je řízen, a stanovené bezpečnostní režimy odpovídají charakteru provozu. V rámci podniku je uplatňován systém řízení bezpečnosti práce, evidence pohybu surovin a záznam technického stavu klíčových zařízení.

Zemědělské družstvo tak představuje typický příklad regionálního zemědělského podniku, který kombinuje klasickou zemědělskou výrobu s přístupem k energetickému využití biologického materiálu a dlouhodobě se snaží o zefektivnění provozu při zachování udržitelného přístupu k půdě, krajině i pracovnímu prostředí.

5 ANALÝZA RIZIK – SOFTWARE RISKAN

Software RISKAN je specializovaný nástroj určený pro systematické posuzování a porovnávání rizikových hrozeb v návaznosti na konkrétní aktiva. Celý proces analýzy začíná přiřazením číselných hodnot jednotlivým proměnným, které následně slouží jako vstupní klíče pro výpočet míry rizika. Hodnocení vychází z kvantifikace tří základních složek, pravděpodobnosti výskytu dané hrozby, hodnoty aktiva a jeho zranitelnosti.

V případě pravděpodobnosti hrozby se pracuje se škálou hodnot od 0 do 6, přičemž hodnota 0 označuje situaci, kde se hrozba s nejvyšší pravděpodobností nevyskytne, hodnota 1 značí zanedbatelnou pravděpodobnost, hodnota 2 vykazuje nízkou míru rizika, hodnota 3 představuje střední riziko, hodnota 4 naznačuje vysokou míru rizika, hodnota 5 přináší velmi vysokou míru rizika a hodnota 6 na závěr představuje míru pravděpodobnosti výskytu dané hrozby jako téměř jistou. Takto zadaná pravděpodobnost umožňuje vyjádřit míru očekávané realizace hrozby v daném prostředí.

Hodnota aktiva se pohybuje v rozmezí od 0 do 5. Tato proměnná vyjadřuje význam daného aktiva z hlediska jeho důležitosti pro organizaci nebo daný provoz. Nulová hodnota značí aktivum, jehož ztráta nebo poškození by nemělo žádný dopad. Hodnota 1 označuje aktivum s velmi nízkým významem, jehož nedostupnost způsobí pouze minimální komplikace. Pokud má aktivum nízký význam, je mu přiřazena hodnota 2, jeho porucha už může lehce narušit provoz, ale bez závažnějších následků. Střední význam aktiva je hodnocen číslem 3, což značí běžně důležitý prvek, jehož výpadek by znamenal potřebu operativního zásahu a dočasné přerušení některých činností. Aktivum označené hodnotou 4 je vysoce důležité, jeho ztráta může mít vážný dopad na provoz nebo ekonomickou stabilitu. Nejvyšší možnou hodnotu 5 mají aktiva, u nichž by poškození mohlo vést k zásadním provozním výpadkům, ohrožení bezpečnosti osob nebo k významným finančním ztrátám. Tento systém umožňuje přesné a srozumitelné určení významu jednotlivých aktiv a jejich vlivu na provozní rizika.

Třetím posuzovaným faktorem je zranitelnost aktiva, která se v softwaru hodnotí pomocí stupnice od 0 do 3. V tomto případě hodnota 0 znamená, že aktivum je zcela odolné vůči hrozbě, zatímco hodnota 3 značí vysokou míru zranitelnosti, tedy snadné narušení nebo poškození v případě, že ke hrozbě dojde.

Na základě kombinace těchto tří složek software vypočítá výsledné rizikové skóre, jehož hodnota může být v rozsahu od 0 do 90, přičemž 90 představuje maximální úroveň

rizika. Výsledky jsou následně rozděleny do tří kategorií podle dosažené hodnoty. Nízké riziko tedy spadá do intervalu 0 až 29 a je barevně označeno šedě nebo zeleně. Dále střední riziko, které představuje hodnoty v rozmezí 30 až 59 a je barevně označeno žlutě. Vysoké riziko pak odpovídá hodnotám mezi 60 až 90 a je znázorněno červenou barvou, která upozorňuje na nutnost okamžitých opatření.

Všechny číselné hodnoty v této metodě byly přiřazeny na základě rozhovoru s odborníkem.

Na základě výše popsaného metodického klíče byly jednotlivým definovaným hrozbám přiřazeny konkrétní číselné hodnoty odpovídající jejich pravděpodobnosti výskytu. Seznam všech identifikovaných hrozeb spolu s příslušnými hodnotami, které jim byly přiděleny, je přehledně uveden na obrázku č. 1. Při stanovování těchto hodnot byla zohledněna reálná provozní rizika daného podniku. Hodnoty byly přidělovány s ohledem na pravděpodobnost, že by k danému typu mimořádné události mohlo v provozu družstva skutečně dojít. V úvahu byly brány především dosavadní zkušenosti s provozem bioplynové stanice, technický stav zařízení, četnost výskytu obdobných situací v minulosti a rovněž obecná míra rizika daná povahou konkrétní technologie.

Zkratka	Uvolnit popisky	Název	Hodnota	Poznámka
HROZBY - CELKEM			6	
tech		technologická a provozní rizika	3	
tech		porucha fermentorů	3	
tech		porucha míchadel	2	
tech		porucha plynojemů	1	
tech		přehřátí reaktoru	3	
tech		poškození potrubí	2	
tech		porucha řídicího systému	3	
tech		výpadek elektrické energie	1	
tech		neefektivní fermentace	3	
chem		chemická a biologická rizika	5	
chem		únik digestátu	5	
chem		únik toxických látek	3	
pv		požáry a výbuch	5	
pv		výbuch	4	
pv		požár	5	
žp		rizika pro životní prostředí	4	
žp		znečištění podzemních vod	2	
žp		emise skleníkových plynů	3	
žp		emise zápachu	4	
os		rizika pro bezpečnost osob	6	
os		zranění obsluhy	3	
os		vystavení toxickým plynům	2	
os		nedostatečné používání OOPP	6	
ek		ekonomická a provozní rizika	3	
ek		kolísání výkupních cen elektřiny	1	
ek		sankce za porušení emisních limitů	2	
ek		přerušování dodávek do sítě	3	

Obrázek 1: Definované hrozby s hodnotami

(zdroj: vlastní)

V dalším kroku analýzy byly ohodnoceny také jednotlivé prvky, označené jako aktiva. Každému z těchto aktiv byla přiřazena hodnota na základě výše stanovené škály. Kompletní přehled všech identifikovaných aktiv spolu s jejich ohodnocením je uveden na obrázku č. 2. Hodnotící proces zohledňoval zejména to, do jaké míry by případné ohrožení daného aktiva ovlivnilo provoz, bezpečnost, ekonomiku nebo funkčnost celého systému podniku.

Zkratka	Ukotvit popisky	Název	Hodnota	Poznámka
AKTIVA - CELKEM			5	
lid	osoby		5	
lid	obsluha BPS		5	
lid	ostatní zaměstnanci		5	
lid	externí pracovníci		5	
maj	technologické zařízení BPS		5	
maj	příjmová nádrž		2	
maj	fermentor		5	
maj	defermentor		4	
maj	míchací zařízení		3	
maj	izolace a opláštění		2	
maj	plynojem		3	
maj	systém odsíření		2	
maj	kogenerační jednotka		5	
maj	spalovací motor		4	
maj	potrubní rozvod tepla		2	
maj	nádrž na digestát		1	
maj	řídící systém		3	
Maj	zemědělské objekty		4	
maj	míchárna krmiv		4	
maj	administrativní budova		3	
maj	dílny		2	
maj	bioplynová stanice		4	
maj	dojírna		4	
maj	ustájení skotu		4	
maj	silážní jámy		3	
maj	seník		3	
maj	skladové prostory		2	
Žp	životní prostředí		4	
žp	ustájený skot		4	
žp	půda		2	
žp	podzemní voda		3	
žp	ovzduší		3	
žp	biodiverzita		3	
Ki	kritická infrastruktura		2	
ki	napojení na rozvodnou síť		2	
ki	kanalizace		1	
kon	provozní kontinuita podniku		5	
kon	výroba krmiv		2	
kon	chov zvířat		2	
kon	ekonomická stabilita družstva		5	

Obrázek 2: Definovaná aktiva s hodnotami

(zdroj: vlastní)

Jakmile byly jednotlivým hrozbám a aktivům přiřazeny odpovídající číselné hodnoty, následovalo stanovení míry zranitelnosti aktiv vůči konkrétním hrozbám. Tento parametr byl hodnocen v rozsahu od 0 do 3, přičemž vyjadřuje intenzitu dopadu, jaký by mohla mít daná hrozba na konkrétní aktivum. Po zadání daných hodnot byla systémem vyhodnocena výsledná hodnota rizikového skóre.

Z výsledné tabulky vyplývá, že nejvýznamnější hrozbou z hlediska rozsahu i intenzity je požár. U celé řady klíčových aktiv, jako je fermentor, spalovací motor, kogenerační jednotka nebo samotná obsluha bioplynové stanice (dále jen „BPS“), přesahují hodnoty rizika hranici 60 bodů, čímž se dostávají do kategorie vysokého rizika. Nejvyšších hodnot dosahuje požár především ve vztahu ke spalovacímu motoru, fermentoru a kogenerační jednotce, kde může mít zásadní dopad jak na bezpečnost provozu, tak i na zdraví zaměstnanců a životní prostředí.

Poměrně vysoké riziko se objevuje také u obsluhy BPS ve vztahu k nedostatečnému použití osobních ochranných pracovních prostředků (dále jen „OOPP“), což poukazuje na důležitost důsledné kontroly bezpečnostních postupů a ochranných pomůcek v každodenním provozu. Dále stojí za zmínku i porucha fermentorů a řídicího systému, které dosahují středních rizikových hodnot a představují významné provozní komplikace, zejména pokud dojde ke ztrátě kontroly nad anaerobním procesem nebo regulací celého systému.

Riziko výbuchu je v tabulce rovněž zohledněno, ovšem ve srovnání s požárem je jeho výskyt méně četný. V několika případech sice dosahuje hodnot přes 60, celkově je však jeho dopad v rámci vyhodnocení částečně nižší. Mnohá další technická rizika, například porucha míchadel či potrubí, se pohybují na spodních hranicích žluté nebo zelené zóny a jsou tedy označena jako středně významná nebo nízká. Celou výslednou tabulku dat vyobrazují obrázky č. 3, 4, 5 a 6.

 RIZIKOVÝ KALKULÁTOR 			Aktiva		AKTIVA - CELKEM																		
Hodnoty aktiv		5			5	5	5	5	5	5	2	5	4	3	2	3	2	5	4	2	1	3	
 Excel pro  Excel pro					velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	nizká	velmi vysoká	vysoká	střední	nizká	střední	nizká	velmi vysoká	vysoká	nizká	velmi nízká	střední	
Hrozby			Pravděpodobnost																				
HROZBY - CELKEM			6	jistá	90	90	90	50	50	75	24	75	48	36	24	45	24	75	60	24	12	36	
tech	technologická a provozní rizika	3	střední	45	0	0	0	0	45	6	45	24	27	0	9	18	45	36	12	0	27		
tech	porucha fermentorů	3	střední	45	0	0	0	0	45	0	45	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
tech	porucha míchadel	2	nizká	18	0	0	0	0	18	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0		
tech	porucha plynojemů	1	zanedbatelná	9	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0		
tech	přehřátí reaktoru	3	střední	45	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	45	36	0	0	0		
tech	poškození potrubí	2	nizká	16	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0		
tech	porucha řídicího systému	3	střední	45	0	0	0	0	45	6	30	24	27	0	0	18	45	36	0	0	27		
tech	výpadek elektrické energie	1	zanedbatelná	12	0	0	0	0	12	2	10	8	9	0	0	6	10	12	0	0	9		
tech	neefektivní fermentace	3	střední	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
chem	chemická a biologická rizika	5	velmi vysoká	45	15	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
chem	únik digestátu	5	velmi vysoká	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
chem	únik toxických látek	3	střední	27	15	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
pv	požáry a výbuch	5	velmi vysoká	75	75	75	50	50	75	24	75	48	36	24	45	24	75	60	24	12	36		
pv	výbuch	4	vysoká	60	40	40	40	40	60	24	60	48	36	24	36	24	60	48	24	12	36		
pv	požár	5	velmi vysoká	75	75	75	50	50	75	20	75	40	30	10	45	20	75	60	10	5	30		

Obrázek 3: Výsledná rizika – část 1

(zdroj: vlastní)

(zdroj: vlastní)

žp	rizika pro životní prostředí	4	vysoká	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
žp	znečištění podzemních vod	2	nízká	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
žp	emise skleníkových plynů	3	střední	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
žp	emise zápachu	4	vysoká	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
os	rizika pro bezpečnost osob	6	jistá	90	90	90	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
os	zranění obsluhy	3	střední	45	45	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
os	vystavení toxickým plynům	2	nízká	20	20	20	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
os	nedostatečné používání OOPP	6	jistá	90	90	90	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ek	ekonomická a provozní rizika	3	střední	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ek	kolísání výkupních cen elektřiny	1	zanedbatelná	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ek	sankce za porušení emisních limitů	2	nízká	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ek	přerušení dodávek do sítě	3	střední	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obrázek 5: Výsledná rizika – část 3

(zdroj: vlastní)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	18	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	45	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	20	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	45	0

Obrázek 6: Výsledná rizika – část 4

(zdroj: vlastní)

Na základě analýzy prostřednictvím softwarového nástroje RISKAN bylo z původně stanoveného seznamu 21 hrozeb bylo identifikováno celkem 10, které představují pro dané družstvo riziko střední až vysoké úrovně. Mezi tyto významnější hrozby patří porucha fermentorů, přehřátí reaktoru, porucha řídicího systému, neefektivní fermentace, únik digestátu, výbuch, požár, zranění obsluhy, dále pak nedostatečné použití OOPP a také přerušení dodávek do sítě. Vybraná rizika budou následně podrobněji posouzena pomocí metody KARS, která umožní rozlišit jejich vzájemné vazby a dopady.

6 ANALÝZA RIZIK – METODA KARS

Metoda KARS (kvantitativní analýza rizik s použitím souvztažnosti) slouží k identifikaci a vzájemnému porovnání nejvýznamnějších rizik, která mohou negativně ovlivnit sledovaný proces, systém nebo konkrétní objekt. Je založena na principu vzájemného působení jednotlivých rizik mezi sebou, tedy na tom, jako mohou rizika navzájem vyvolávat nebo zesilovat své dopady.

Základem metody je sestavení takzvané tabulky souvztažnosti, v níž jsou uvedena všechna rizika, jež mají být dále analyzována. Pro potřeby této analýzy byly vybrány pouze ty hrozby, jejich výsledná hodnota v softwaru RISKAN přesáhla hranici 30, přičemž nejvyšší zaznamenaná hodnota činila 90. Celkem bylo takto vytipováno deset rizikových jevů, které byly dále označeny zkratkou R a číselným indexem. V tabulce se každá konkrétní pozice označuje jako R_{ij} , kde index i označuje řádek a index j sloupec. Analyzovaná rizika zahrnují poruchu fermentorů, přehřátí reaktoru, poruchu řídicího systému, únik digestátu, výbuch, požár, zranění obsluhy, nedostatečné použití OOPP a přerušení dodávek do sítě.

Pro každou dvojici rizik v tabulce je následně určeno, zde mezi nimi existuje přímá souvislost. V případě, že riziko označené jako R_i může ovlivnit riziko R_j , je do příslušné buňky tabulky zapsána hodnota 1. Pokud taková vazba mezi riziky neexistuje, je přiřazena hodnota 0. Postup zadávání probíhá po řádcích zleva doprava. Specifická situace nastává na diagonále tabulky, tedy tam, kde by riziko mělo ovlivnit samo sebe, v těchto případech je vždy uvedena hodnota 0, protože se předpokládá, že žádné riziko samo sebe nevyvolá.

Po kompletním vyplnění tabulky se sečtou jednotlivé hodnoty jak v řádcích, tak ve sloupcích. Tyto součty slouží k určení míry „aktivnosti“ a „pasivnosti“ každého rizika, tedy jak často dané riziko ovlivňuje ostatní, a jak často je jimi naopak ovlivňováno. Celý postup i konkrétní hodnoty jsou přehledně znázorněny v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Tabulka souvztažnosti

Riziko		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Součet
1	Porucha fermentorů	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	5
2	Přehřátí reaktoru	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	4
3	Porucha řídicího systému	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
4	Neefektivní fermentace	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
5	Únik digestátu	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	4

6	Výbuch	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	4
7	Požár	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	8
8	Zranění obsluhy	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6
9	Nedostatečné použití OOPP	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9
10	Přerušení dodávek do sítě	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	5
Součet		5	4	5	2	4	4	8	8	5	8	0

(zdroj: vlastní)

Po provedení součtů jednotlivých hodnot v tabulce souvztažnosti následuje výpočet koeficientu aktivity a koeficientu pasivity, jejichž cílem je určit význam a roli jednotlivých rizik v rámci systému. Tyto koeficienty umožňují klasifikovat rizika z hlediska jejich schopnosti působit na ostatní rizikové faktory, případně být jimi ovlivňována, a tím přispívají k celkovému posouzení hrozeb, které mohou ohrozit vybraný podnik.

Koeficient aktivity vyjadřuje, kolik z celkového počtu vybraných rizik může být rizikem R_i ovlivněno nebo vyvoláno, pokud dojde k jeho naplnění, tudíž čím vyšší je koeficient aktivity, tím více je dané riziko „spouštěčem“ pro ostatní hrozby. Výsledná hodnota je vyjádřena v procentech.

Naopak koeficient pasivity ukazuje, kolik ostatních rizik může mít vliv na vznik nebo průběh rizika R_j . Tento údaj určuje, jak moc je dané riziko zranitelné vůči působení ostatních hrozeb v systému. I zde se výstup vyjadřuje procentuálně. Oba koeficienty jsou důležitým nástrojem pro vyhodnocení, které riziko by mělo být upřednostněno při návrhu opatření v oblasti prevence a krizového řízení.

Koeficient aktivity je označen KAR_i . Tento koeficient je vypočítán pomocí vzorce:

$$KAR_i = \frac{\sum R_i}{x-1} \times 100, \quad (\text{Pacinda, 2010});$$

kde $\sum R_i$ znamená součet rizik v řádku a x poukazuje na celkový počet uvažovaných rizik.

Koeficient aktivity pro rizika klíčová pro vybrané družstvo budou vypočítány takto:

$$1. \text{ Porucha fermentorů} \rightarrow KAR_i = \frac{5}{10-1} \times 100 = 55,56 \%$$

$$2. \text{ Přehřátí reaktoru} \rightarrow KAR_i = \frac{4}{10-1} \times 100 = 44,44 \%$$

$$3. \text{ Porucha řídicího systému} \rightarrow KAR_i = \frac{5}{10-1} \times 100 = 55,56 \%$$

$$4. \text{ Neefektivní fermentace} \rightarrow KAR_i = \frac{3}{10-1} \times 100 = 33,33 \%$$

5. Únik digestátu $\rightarrow KAR_i = \frac{4}{10-1} \times 100 = 44,44 \%$
6. Výbuch $\rightarrow KAR_i = \frac{4}{10-1} \times 100 = 44,44 \%$
7. Požár $\rightarrow KAR_i = \frac{8}{10-1} \times 100 = 88,89 \%$
8. Zranění obsluhy $\rightarrow KAR_i = \frac{6}{10-1} \times 100 = 66,67 \%$
9. Nedostatečné požití OOPP $\rightarrow KAR_i = \frac{9}{10-1} \times 100 = 100 \%$
10. Přerušení dodávek do sítě $\rightarrow KAR_i = \frac{5}{10-1} \times 100 = 55,56 \%$

Koeficient pasivity je označen KPR_i . Koeficient pasivity je počítán pomocí vzorce:

$$KPR_i = \frac{\sum R_j}{x-1} \times 100, \quad (\text{Pacinda, 2010}); (2)$$

kde $\sum R_j$ označuje součet rizik ve sloupci a x znamená celkový počet uvažovaných rizik.

Koeficient pasivity pro rizika klíčová pro vybrané družstvo budou vypočítány takto:

1. Porucha fermentorů $\rightarrow KPR_i = \frac{5}{10-1} \times 100 = 55,56 \%$
2. Přehřátí reaktoru $\rightarrow KPR_i = \frac{4}{10-1} \times 100 = 44,44 \%$
3. Porucha řídicího systému $\rightarrow KPR_i = \frac{5}{10-1} \times 100 = 55,56 \%$
4. Neefektivní fermentace $\rightarrow KPR_i = \frac{2}{10-1} \times 100 = 22,22 \%$
5. Únik digestátu $\rightarrow KPR_i = \frac{4}{10-1} \times 100 = 44,44 \%$
6. Výbuch $\rightarrow KPR_i = \frac{4}{10-1} \times 100 = 44,44 \%$
7. Požár $\rightarrow KPR_i = \frac{8}{10-1} \times 100 = 88,89 \%$
8. Zranění obsluhy $\rightarrow KPR_i = \frac{8}{10-1} \times 100 = 88,89 \%$
9. Nedostatečné použití OOPP $\rightarrow KPR_i = \frac{5}{10-1} \times 100 = 55,56 \%$
10. Přerušení dodávek do sítě $\rightarrow KPR_i = \frac{8}{10-1} \times 100 = 88,89 \%$

Výsledné hodnoty koeficientů aktivity a pasivity, získané na základě předchozího výpočtu, byly následně převedeny do přehledné tabulky v prostředí softwaru Microsoft Excel. V prvním řádku této tabulky jsou jednotlivá rizika označena pořadovými čísly. Druhý řádek obsahuje odpovídající hodnoty koeficientu aktivity pro každé riziko, zatímco ve třetím řádku jsou uvedeny hodnoty koeficientu pasivity. Kompletní přehled těchto dat je uveden v tabulce č. 2.

Tabulka 2: Vypočtené koeficienty

Riziko Ri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KARi (%)	55,56	44,44	55,56	33,33	44,44	44,44	88,89	66,67	100	55,56
KRPi (%)	55,56	44,44	55,56	22,22	44,44	44,44	88,89	88,89	55,56	88,89

(zdroj: vlastní)

Na základě údajů z tabulky č. 2 je dalším krokem vytvoření bodového grafu, ve kterém jsou všechna analyzovaná rizika, v tomto případě deset, vizuálně znázorněna prostřednictvím jednotlivých bodů. Každý bod v grafu reprezentuje jedno riziko, a to na základě jeho vypočteného koeficientu aktivity a pasivity. Pro lepší přehlednost je a interpretaci výsledků je graf dále rozdělen do čtyř kvadrantů, přičemž rozdělení je provedeno tak, aby do prvního kvadrantu spadlo přibližně 80 % všech hodnocených rizik. Rozčlenění grafu na kvadranty je realizováno pomocí dvou os, osy jedna a osy dvě, které vymezují oblasti podle míry vlivu a zranitelnosti jednotlivých rizik.

Osu jedna, rovnoběžnou s osou y, vypočítáme pomocí vzorce:

$$o_1 = K_{Amax} - \frac{(K_{Amax} - K_{Amin})}{100} \times 80, \quad (\text{Pacinda, 2010}); (3)$$

Kde K_{Amax} označuje maximální hodnotu a K_{Amin} minimální hodnotu vypočtených koeficientů aktivity. Oba údaje jsou v tabulce č. 2 označeny barevně.

Osa jedna bude vypočítána takto:

$$o_1 = 100 - \frac{(100 - 33,33)}{100} \times 80 = 45$$

Osu dvě, rovnoběžnou s osou x, vypočítáme pomocí vzorce:

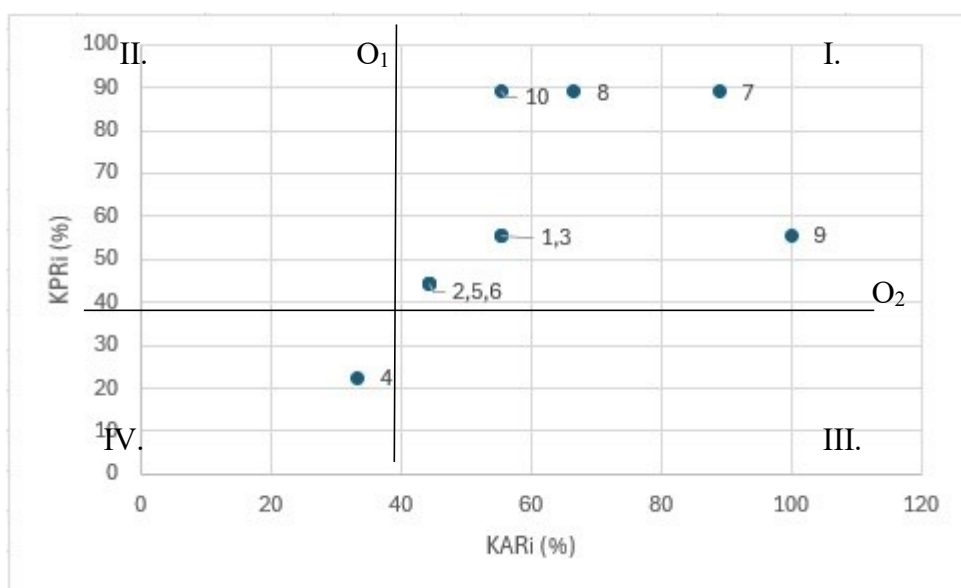
$$o_2 = K_{Pmax} - \frac{(K_{Pmax} - K_{Pmin})}{100} \times 80. \quad (\text{Pacinda, 2010}); (4)$$

Kde K_{Pmax} označuje maximální hodnotu a K_{Pmin} minimální hodnotu vypočtených koeficientů pasivity. Oba údaje jsou v tabulce č. 2 označeny barevně.

Osa dvě bude vypočítána takto:

$$o_2 = 88,89 - \frac{(88,89 - 22,22)}{100} \times 80 = 36.$$

Na obrázku č. 7 je znázorněný bodový graf, ve kterém jsou jednotlivá rizika zakreslena formou bodů. Následně je graf rozdělen do čtyř kvadrantů, přičemž každý kvadrant reprezentuje jinou úroveň nebezpečnosti. První kvadrant, umístěný v pravém horním rohu, zahrnuje rizika, která jsou označována jako primárně a sekundárně nebezpečná, tedy ta, která mají vysokou schopnost ovlivnit další rizika a zároveň jsou vůči nim zranitelná. Druhý kvadrant, který se nachází v levé horní části grafu, obsahuje rizika sekundárně nebezpečná, tedy taková, která jsou snadno ovlivnitelná jinými riziky, ale sama mají dopad na ostatní. Třetí kvadrant, umístěný vlevo dole, označuje oblast pro primárně nebezpečná rizika, která mají silný vliv na ostatní, ale sama nejsou výrazně ovlivňována. Čtvrtý kvadrant, nacházející se vpravo dole, představuje relativně bezpečnou oblast, tedy rizika s nízkou aktivitou i pasivitou.



Obrázek 7: Graf závažnosti rizik

(zdroj: vlastní)

V prvním kvadrantu se nachází 6 rizik, která jsou pro vybraný podnik obzvláště nebezpečná. Konkrétně se jedná o rizika porucha fermentorů, porucha řídicího systému, požár, zranění obsluhy, nedostatečné použití OOPP a přerušení dodávek do sítě. Těmto rizikům budou dále navržena opatření, pro jejich zmírnění.

7 NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

Na základě předešlých metod bylo identifikováno šest hlavních rizik, která ve vybraném zemědělském družstvu hrozí. Jsou jimi dvě technická rizika, konkrétně porucha fermentorů a porucha řídicího systému. Dále je to požár, následují dvě rizika týkající se osob a těmi jsou zranění obsluhy a nedostatečné použití osobních ochranných pracovních prostředků (dále jen „OOPP“) a na závěr přerušení dodávek elektrické energie nebo bioplynu do sítě.

7.1 Porucha fermentorů

Fermentory představují klíčový technologický prvek bioplynových stanic, ve kterém probíhá anaerobní rozklad organických látek a vzniká bioplyn. Jakákoli porucha tohoto zařízení může vést ke snížení efektivity celého provozu, přerušení fermentačního procesu, zvýšení nákladů na opravy či dokonce k ekologickým škodám. Z tohoto důvodu je vhodné se zaměřit na preventivní a reakční opatření, která toto riziko minimalizují.

Jedním ze zásadních preventivních kroků je pravidelný monitoring technického stavu fermentorů. Ten by měl zahrnovat kontrolu těsnosti, izolace, mechanického namáhání stěn a vnitřních konstrukcí, jakož i funkce míchacího systému. Důležité je sledovat i teplotu, pH a další parametry, které signalizují možné odchylky od normálního provozu. Při identifikaci nepravdivostí může včasný zásah předejít vážnějším poruchám.

Dalším klíčovým opatřením je plánovaná údržba. V rámci ní by mělo docházet k pravidelnému proplachování a čištění zařízení, kontrole těsnících prvků a výměně opotřebovaných součástí podle předem stanoveného harmonogramu. Tato opatření nejen snižují riziko selhání zařízení, ale prodlužují i jeho životnost.

Z hlediska provozního řízení je dobré zavést systém včasného varování pomocí senzorů a automatizace. Například čidla detekující tlak, úroveň naplnění nebo nadměrné vibrace mohou obsluhu upozornit na vznikající technický problém dříve, než dojde k závažné havárii. Efektivní je také propojení senzorů s řídicím systémem a jejich dohled prostřednictvím dispečerského rozhraní.

V oblasti personálního zabezpečení je klíčové zajistit, aby pracovníci obsluhující fermentory byli dostatečně proškoleni. Měli by rozumět jak standardním pracovním postupům, tak správnému vyhodnocení výstupů ze sledovacích zařízení a případnému provedení základní diagnostiky. Praktickým doplňkem může být i provozní manuál dostupný přímo u zařízení.

Pokud k poruše fermentorů přesto dojde, měl by být připraven plán reakce, který definuje kroky vedoucí k zajištění bezpečnosti a minimalizace následků – například řízené přerušení dodávky substrátu, odvedení přebytečného plynu do bezpečnostního hořáku, přepojení na záložní fermentor, případně rychlé odstavení celého procesu.

Celkově lze říci, že kombinace technických, organizačních a lidských opatření významně přispívá k omezení výskytu poruch fermentorů i ke zmírnění jejich dopadu na provoz BPS. Tato opatření by měla být součástí širšího řízení rizik stanice, včetně pravidelného hodnocení jejich účinnosti a aktualizace podle nově vzniklých provozních zkušeností.

7.2 Porucha řídicího systému

Řídicí systém je zásadní pro plynulý a bezpečný chod bioplynové stanice, reguluje fermentační proces, řízení vstupů i výrobu bioplynu. Jeho poruch může způsobit rozsáhlé narušení provozu, a proto je klíčové riziko poruch snížit pomocí vhodných opatření.

Základem je pravidelná údržba a aktualizace softwaru i hardwaru, včetně senzorů a napájecích modulů. Pravidelné kontroly kabeláže, rozvaděčů a propojení s monitorovacím systémem snižují pravděpodobnost výpadku. Vhodné je také zálohování dat a zavedení záložního napájení, které udrží systém v provozu v případě krátkodobého výpadku elektřiny.

Opatření s vysokou přidanou hodnotou je zavedení systému včasného varování s přímým upozorněním obsluhy. Současně by pracovníci měli být proškoleni v nouzových postupech a schopnosti reagovat i bez podpory řídicího systému. Důraz by měl být kladen i na zavedení a testování bezpečnostních prvků, které musí zůstat funkční i při výpadku hlavního řídicího systému.

Správná kombinace technické prevence, zálohování a schopnosti rychlé reakce významně omezuje dopady případného selhání a zajišťuje provozní stabilitu stanice.

7.3 Požár

Riziko požáru patří mezi nejzávažnější hrozby spojené s provozem bioplynové stanice. Vzhledem k tomu, že bioplyn obsahuje vysoký podíl metanu, který je extrémně hořlavý, je nutné požární nebezpečí hodnotit s maximální důsledností. Příčiny požáru mohou být různé, od poruch elektrických rozvodů, úniku plynu nebo provozní chyby, až po samovznícení

skladovaných materiálů. Požár může ohrozit nejen zařízení a provoz bioplynové stanice, ale i životy zaměstnanců, okolní objekty, životní prostředí a finanční stabilitu podniku.

Z hlediska prevence by bylo vhodné začlenit požární ochranu už do samotného návrhu rozmístění technologických celků. Klíčová je dostatečná vzdálenost mezi skladovacími prostory, fermentory, kogenerační jednotkou a dalšími výrobními či správními budovami. Prostory, kde se nachází plynojemy, kogenerační jednotky a zařízení s elektroinstalací, musí být vybaveno kvalitním odvětráváním, protiexplozivními a protipožárními prvky a zařízeními pro detekci úniku plynu.

V provozní části je důležitým opatřením pravidelná kontrola elektrických rozvodů a zařízení, především v místech s vyšší koncentrací metanu. Vhodné je používat jiskrově bezpečné elektroinstalace a osvětlení do prostředí s nebezpečím výbuchu. Veškeré elektrovevize by měly probíhat v zákonem stanovených intervalech a měly by být doplněny o vnitřní kontrolní mechanismy podniku.

Dalším důležitým prvkem prevence je instalace požárních hlásičů, detektorů plynu a automatických hasicích systémů, zejména v kogeneračním kontejneru a v prostorách s výskytem technických zařízení. Doporučuje se kombinace detektorů na kouř, teplotu a plyny, které jsou schopné aktivovat varovný systém už při nízkých koncentracích hořlavin. V rámci technických opatření je vhodné mít odvětrávací systémy a přetlakové pojistky, které v případě nárůstů tlaku zabrání destrukci zařízení.

Z hlediska organizačních opatření je klíčové zajistit, aby pracovníci bioplynové stanice byli pravidelně školeni v oblasti požární ochrany. Musí být schopni rozpoznat začínající požár, znát umístění hasicích přístrojů a vědět, jak postupovat v případě požárů různých druhů či s různými příčinami, těmi mohou být například hořící olej, elektroinstalace nebo bioplyn. Všichni zaměstnanci by měli být seznámeni s evakuačními plány, únikovými cestami a způsobem přivolání složek integrovaného záchranného systému.

Součástí systému řízení rizik by měl být i aktualizovaný vnitropodnikový havarijní plán zaměřený na zvládání požáru. Tento plán by měl obsahovat konkrétní postupy pro různé scénáře, například požár v kogenerační jednotce, výbuch v plynojemu nebo požár digestátu. Měl by být pravidelně testován pomocí požárních cvičení.

Příklad postupu v případě požáru v kogenerační jednotce by pak mohl vypadat následovně:

1. Zaměstnanec detekuje požár (kouř, plamen nebo zvuk signalizace).

2. Okamžitě aktivuje evakuační alarm a provede hlášení vedoucímu provozu nebo odpovědné osobě.
3. Pokud je to bezpečné, pokusí se požár uhasit pomocí přenosného hasicího přístroje.
4. Paralelně dochází k automatickému odpojení kogenerační jednotky, uzavření přívodu plynu a aktivaci hasicího systému uvnitř kontejneru.
5. Dochází k evakuaci zaměstnanců, případně zvířat podle evakuačního plánu.
6. Na místo přijíždí jednotka hasičského záchranného sboru, které je předán plán areálu a informace o přítomnosti hořlavých látek.
7. Po uhašení požáru probíhá analýza příčin a vyhodnocení škod, následované úpravou provozních opatření a kontrolních postupů.

7.4 Zranění obsluhy a nedostatečné použití OOPP

Obsluha bioplynové stanice je v každodenním kontaktu s technologiemi, které mohou představovat reálné riziko pro zdraví nebo život člověka. Při manipulaci se substráty, kontrolách fermentorů, práci v blízkosti kogenerační jednotky nebo během zásahů do rozvodů plynu či digestátu dochází k situacím, kde je nezbytné nejen dodržovat bezpečnostní předpisy, ale také důsledně používat předepsané osobní ochranné pracovní prostředky. Nedodržení těchto zásad může vést ke zranění obsluhy, kontaminaci, nebo dlouhodobým zdravotním následkům.

Základním předpokladem prevence těchto rizik je provedení systematické analýzy pracovních činností, při které se identifikují všechna místa a úkony s potenciálním ohrožením. Pro každé pracoviště by měl být zpracován katalog rizik, který stanoví typ OOPP, jejich účel a situace, kde je jejich nošení povinné. Například ochranné brýle při kontrole digestátu, rukavice při výměně filtrů nebo respirátor při kontaktu s prašnými složkami.

Dále je nutné zajistit, aby OOPP byly k dispozici v potřebném rozsahu a odpovídající kvalitě. Nedostatek ochranných pomůcek, jejich špatný technický stav nebo nevhodná velikost často vedou k tomu, že je pracovníci nevyužívají. Důležitým prvkem je pravidelná kontrola jejich funkčnosti, obnova zásob a jejich přehledné uložení na dostupných místech.

Velkou roli hraje osobní přístup obsluhy a pracovní návyky. I když jsou OOPP dostupné, jejich nevyužití bývá často způsobené podceněním rizika, spěchem, nevhodnou

kulturou bezpečnosti nebo nedostatečným proškolením. Proto je nezbytné klást důraz na pravidelná školení, které nebude pouze formální, ale zahrne praktické ukázky a konkrétní situace. Užitečná by mohla být i forma školení pomocí incidentových scénářů.

Vedle školení je vhodné nastavit i vnitřní kontrolní mechanismy, které budou dohlížet na to, zda zaměstnanci skutečně OOPP používají. Tento dohled lze kombinovat s motivačními prvky, kterými mohou být bodové hodnocení dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci nebo třeba systém zpětné vazby mezi vedoucími a zaměstnanci.

Z hlediska technických opatření je důležité upravit pracoviště tak, aby bylo bezpečné i pro rutinní zásahy. To zahrnuje dobré osvětlení, protiskluzové podlahy, jasné označení nebezpečných zón, dostatečná ventilace a včasné odstranění překážek, které mohou způsobit úraz nebo bránit v cestě v případě evakuace.

7.5 Přerušení dodávek do sítě

Bioplynové stanice patří mezi decentralizované zdroje energie, které ve stále větší míře přispívají k udržitelnému zásobování elektřinou a teplem. Klíčovým prvkem celého systému je zajištění spolehlivého a stabilního dodání těchto energií do distribuční nebo lokální sítě. Přerušení dodávky představuje vážné provozní, ekonomické a reputační riziko, které může ohrozit provozní kontinuitu podniku i podmínky vyplývající z obchodních smluv a legislativních požadavků.

Riziko přerušení dodávek může vzniknout z několika důvodů, od technických závad, přes výpadek vedlejší elektrické sítě, až po chyby lidského faktoru nebo nesprávné nastavení řídicího systému. V některých případech může přerušení souviset i s nedostatkem nebo nerovnoměrností dodávek vstupních surovin, což vede ke kolísání výkonu výroby.

Základním opatřením pro prevenci tohoto typu rizika je pravidelná údržba a kontrola technického stavu celé bioplynové stanice. Užitečná se jeví i instalace systému včasného varování, který upozorní na nestandardní provozní stavy dříve, než dojde k úplnému výpadku.

Z pohledu řízení výroby je důležité nastavit systém rovnoměrného dávkování substrátu, který zajistí stabilní a plynulý vznik bioplynu, a tím i plynulou výrobu energie. Nestabilní vstupy způsobují kolísání výkonu, což může vést k odpojení stanice od sítě. Automatizace dávkovacího procesu, propojení fermentoru s predikcí výkonu a integrace s monitoringem sítě přispívají k minimalizaci tohoto rizika.

Významným faktorem je i dostatečná kvalifikace a informovanost obsluhy. Zaměstnanci by měli rozumět technologii výroby energie a jejímu napojení na síť, znát krizové scénáře a umět reagovat na výpadky. Praktickým prvkem by mohl být vnitropodnikový provozní manuál, který jasně definuje postup při výpadku kogenerační jednotky, při přerušení dodávky z důvodu výpadku vnější sítě nebo v případě nadměrné produkce bioplynu, kterou nelze aktuálně využít.

Z hlediska organizačních opatření by mohlo být žádoucí stanovit vnitřní pravidla pro komunikaci s provozovatelem distribuční sítě, včetně protokolu pro hlášení poruch, dohody o dispečerském řízení a technických limitech. Měly by být nastaveny předem definované scénáře provozu v omezeném režimu, které umožní využití vyrobené energie v rámci areálu i při výpadku exportní sítě.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo analyzovat proces krizového řízení v zemědělském podniku provozujícím bioplynovou stanici a navrhnout opatření ke snížení identifikovaných rizik. Práce byla rozdělena do dvou hlavních částí – teoretické a praktické.

V teoretické části byly definovány základní pojmy krizového řízení a popsány jeho fáze a význam v podnikové praxi. Dále byla věnována pozornost specifickým krizového řízení v zemědělském sektoru, kde hraje významnou roli jak působení přírodních faktorů, tak i technologická a ekonomická rizika. Teoretická část vytvořila potřebný rámec pro praktické zpracování tématu.

Praktická část se zaměřila na analýzu rizik souvisejících s provozem konkrétní bioplynové stanice. Nejprve byla provedena identifikace potenciálních rizik pomocí metody Riskan, která umožnila jejich systematické hodnocení z hlediska pravděpodobnosti výskytu a závažnosti dopadů. Na nejzávažnější identifikovaná rizika byla následně aplikována metoda KARS, která přispěla k detailnímu posouzení priorit rizik a umožnila efektivnější návrh opatření.

Výsledkem praktické části bylo sestavení přehledu hlavních rizik, která mohou ohrozit provoz bioplynové stanice. Mezi nejkritičtější rizika patří technologické havárie, požáry, úniky nebezpečných látek a environmentální incidenty. Na základě výsledků analýzy byla navržena konkrétní preventivní a nápravná opatření, jejichž implementace by měla podniku umožnit lépe se připravit na potenciální krizové situace, minimalizovat jejich dopady a zajistit bezpečný a stabilní provoz.

Přínosem této práce je vytvoření podkladu pro aktualizaci krizového plánu podniku a posílení jeho odolnosti vůči mimořádným událostem. Navržená opatření mohou přispět nejen k ochraně majetku a životního prostředí, ale i k udržení kontinuity výroby a zajištění dobrého jména podniku v očích veřejnosti a obchodních partnerů.

Do budoucna by bylo vhodné doplnit provedenou analýzu o praktické ověření účinnosti navržených opatření prostřednictvím simulačních cvičení nebo auditů krizové připravenosti. Rovněž by bylo možné rozšířit záběr analýzy o hodnocení ekonomických dopadů jednotlivých typů krizí na provoz podniku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BENDA, Vítězslav; DOLEŽALOVÁ, Helena; DUŠIČKA, Petr; HANSLIAN, David; JEVIČ, Petr et al., 2012. *Obovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-48-9.

CENEK, Miroslav, 2001. *Obnovitelné zdroje energie*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: FCC PUBLIC. ISBN 80-901985-8-9.

FOTR, Jiří; VACÍK, Emil; ŠPAČEK, Miroslav a SOUČEK, Ivan, 2017. *Úspěšná realizace strategie a strategického plánu*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0434-5.

HADDOW, George D.; BULLOCK, Jane A. a COPPOLA, Damon P., 2021. *Introduction to Emergency Management*. Seventh Editio. Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-12-817139-4.

HEGAZY, Hala a SAADY, Noori M., 2024. Biogas plants accidents: Analyzing occurrence, severity and associations between 1990 and 2023. Online. *ScienceDirect*. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753524001875>. [cit. 2025-03-30].

LIOUTAS, Evangelos D., 2021. Enhancing the ability of agriculture to cope with major crises or disasters: What the experience of COVID-19 teaches us. Online. *ScienceDirect*. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X20308842?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=929290045a33f986. [cit. 2025-03-30].

MURTINGER, Karel a BERANOVSKÝ, Jiří, 2011. *Energie z biomasy*. Brno: Computer Press. ISBN 970-80-251-2916-6.

MUSIL, Petr, 2009. *Globální energetický problém a hospodářská politika se zaměřením na obnovitelné zdroje*. Praha: C.H. Beck. ISBN 978-80-7400-112-3.

OSCARSSON, Olof, 2022. Crisis-as-practice: Conceptualizing the role of everyday work practices in crisis management. Online. *ScienceDirect*. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420922006574>. [cit. 2025-03-30].

QUASCHNING, Volker, 2010. *Obnovitelné zdroje energií*. Havlíčkův Brod: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3250-3.

ŠENOVSKÝ, Pavel; ŠENOVSKÝ, Michail a ORAVEC, Milan, 2020. *Teorie krizového managementu*. 2. rozšířené vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-231-3.

USMAN a SUJARWO, 2022. Biomass Energy. Online. *ScienceDirect*. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/biomass-energy>. [cit. 2025-03-30].

ÚZ 1512 *Zemědělství, Vinařství, Lesnictví, Myslivost, Rybářství, Ochrana zvířat*, 2024. Sagit. ISBN 978-80-7488-552-5.

ÚZ 1559 *Krizové zákony, HZS, Požární ochrana, Obnova území*, 2023. Sagit. ISBN 978-80-7488-600-3.

ÚZ 1590 *Energetický zákon (komunitní energetika), Zákon o podporovaných zdrojích energie, Zákon o hospodaření energií*, 2024. Sagit. ISBN 978-80-7488-632-4.

ÚZ 1612 *Životní prostředí*, 2024. Sagit. ISBN 978-80-7488-654-6.

VILÁŠEK, Josef a FUS, Jan, 2022. *Krizové řízení v ČR na počátku 21. století*. Druhé, upravené vydání. Univerzita Karlova: Karolinum. ISBN 978-80-246-5514-7.

ZUZÁK, Roman a KÖNIGOVÁ, Martina, 2009. *Krizové řízení podniku*. 2., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3156-8.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Definované hrozby s hodnotami	32
Obrázek 2: Definovaná aktiva s hodnotami.....	33
Obrázek 3: Výsledná rizika – část 1	35
Obrázek 4: Výsledná rizika – část 2	36
Obrázek 5: Výsledná rizika – část 3	37
Obrázek 6: Výsledná rizika – část 4	37
Obrázek 7: Graf závažnosti rizik	42

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Tabulka souvztažnosti.....	38
Tabulka 2: Vypočtené koeficienty	41

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BPS bioplynová stanice

OOPP osobní ochranné pracovní prostředky

Tzv. takzvaný

