

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

**Studijní program:** N0715A270011 – Obrábění, aditivní  
technologie a zabezpečování kvality

**Studijní specializace:** Bez specializace

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Projekt manipulace s odpady a jejich zpracování**

**Autor:** Bc. Jakub BELŠÁN

**Vedoucí práce:** Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.

Akademický rok 2023/2024

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub BELŠÁN**  
Osobní číslo: **S22N0001P**  
Studijní program: **N0715A270011 Obrábění, aditivní technologie a zabezpečování kvality**  
Téma práce: **Projekt manipulace s odpady a jejich zpracování**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie obrábění**

## Zásady pro vypracování

1. Analýza současného stavu
2. Návrh manipulace s odpady a výsledným produktem
3. Variantní návrh využití produktu zpracování odpadů
4. Technicko – ekonomické hodnocení

Rozsah diplomové práce: **50 – 70 stran**  
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- Duchek, Vladimír, *Projektování investičních celků*, [Plzeň] : SmartMotion 2013.
- Zelenka, Antonín; Král Mirko, *Projektování výrobních systémů*, Praha 1995.
- Vigner, Miloslav; Král, Mirko; Zelenka, Antonín, *Metodika projektování výrobních procesů*, Praha: SNTL 1984.
- Roušal, Vít, *Projektové řízení technologických staveb*, Praha 2008.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.**  
Katedra technologie obrábění

Konzultant diplomové práce: **Ing. Jiří Pastorek**  
Johann Hochreiter s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: **16. října 2023**  
Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2024**

L.S.

---

**Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.**  
děkan

---

**Doc. Ing. Miroslav Zetek, Ph.D.**  
vedoucí katedry

## Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## **Poděkování:**

Tímto bych rád poděkoval panu Doc. Ing. Vladimíru Duchkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky, aktivní zájem, veškerou pomoc a trpělivost při vypracování diplomové práce. Dále děkuji za spolupráci kolektivu pracovníků z firmy Johann Hochreiter s.r.o., jmenovitě pak Ing. Jiřímu Pastorkovi za podání podnětu na vypracování diplomové práce a aktivnímu přístupu při konzultování potřebných informací.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Bc. Belšán	<b>Jméno</b> Jakub	
<b>STUDIJNÍ PROGRAM</b>	N0715A270011 – Obrábění, aditivní technologie a zabezpečování kvality		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Duchek, Ph.D.	<b>Jméno</b> Vladimír	
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST – KTO		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b><del>BAKALÁŘSKÁ</del></b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Projekt manipulace s odpady a jejich zpracování		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2024
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	65	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	55	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	10
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b> <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Cílem diplomové práce bylo navrhnout nové vstupní suroviny a technologii jejich zpracování pro bioplynovou stanici ve Vejprnicích, při zachování stávající produkce bioplynu a elektrické energie. Práce analyzuje současný stav stanice, technická zařízení, a platné právní předpisy týkající se odpadů. Následně navrhuje nové suroviny, jejich manipulaci a technologické vybavení, včetně rozmístění technologií a manipulačních tras. Dále se zabývá využitím vzniklého bioplynu, přičemž navrhuje možnosti efektivního využití ztrátového tepla
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b> <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	manipulace s materiálem, bioplyn, odpady, dispoziční řešení, projektování

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Bc. Belšán	<b>Name</b> Jakub
<b>STUDY PROGRAMME</b>	N0715A270011 – Machining, Additive Technology and Quality Assurance	
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Doc. Ing. Duchek, Ph.D.	<b>Name</b> Vladimír
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KTO	
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b><del>BACHELOR</del></b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Delete when not applicable	
	Waste management and processing project	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KTO	<b>SUBMITTED IN</b>	2024
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	65	<b>TEXT PART</b>	55	<b>GRAPHICAL PART</b>	10
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The aim of the thesis was to design new feedstock and processing technology for the biogas plant in Vejprnice, while maintaining the existing biogas and electricity production. The thesis analyses the current state of the plant, the technical equipment, and the applicable waste legislation. Subsequently, it proposes new raw materials, their handling and technological equipment, including the location of technologies and handling routes. It also deals with the use of the biogas produced, proposing options for the efficient use of the lost heat.
<b>KEY WORDS</b>	material handling, biogas, waste, layout, design

## Obsah

1. Úvod.....	10
1.1 Cíle práce.....	10
2. Analýza současného stavu BPS Vejprnice.....	11
2.1 Funkce bioplynové stanice .....	12
2.2 Současné dispoziční řešení.....	18
2.3 Definice odpadu .....	19
2.4 Odpady využívané pro chod bioplynové stanice.....	21
2.5 Průzkum trhu s odpady v regionu .....	23
2.6 Posuzování vlivu na životní prostředí – EIA .....	24
2.7 Analýza současných materiálových toků.....	24
3. Návrh manipulace s odpady a výsledným produktem .....	26
3.1 Současný tok materiálu a výstupní suroviny v procesu bioplynové stanice .....	26
3.2 Návrh nových vstupních surovin pro BPS Vejprnice .....	27
3.3 Manipulace s odpady v areálu BPS i mimo něj .....	30
3.4 Popis stávajícího generelu areálu bioplynová stanice .....	32
3.4.1 Analýza vnějšího dopravního připojení .....	33
3.5 Návrh prostoru pro technologii zpracování vstupních surovin .....	35
3.5.1 Varianta 1 – návrh prostoru.....	36
3.5.2 Varianta 2 – návrh prostoru.....	37
3.5.3 Porovnání variant míst pro skladování.....	38
3.6 Návrh technologie zpracování nových vstupních surovin .....	40
3.6.1 Zařízení na zpracování surovin .....	43
3.7 Návrh dispozičního řešení.....	54
3.8 Zhodnocení variant.....	59
3.9 Manipulace s materiálem .....	61
3.10 Skladové hospodářství.....	62
4. Využití ztrátového tepla ze zpracování odpadů .....	62
5. Investiční rozpočet, návratnost.....	64
5.1 Varianta č. 2 .....	64
5.2 Návratnost .....	64
6. Závěr.....	66
Zdroje .....	67
Seznam příloh.....	70
Výkresová dokumentace a data sheety.....	70



## Seznam obrázků

Obrázek 1 – fotografie bioplynové stanice Vejprnice[13] .....	11
Obrázek 2 – dvouplášťový fermentor BPS Vejprnice .....	13
Obrázek 3 – betonový předfermentor BPS Vejprnice.....	14
Obrázek 4 – dávkovací zařízení Fleigl PolyPro v BPS Vejprnice .....	15
Obrázek 5 – kogenerační jednotka MWM-Deutz v BPS Vejprnice .....	15
Obrázek 6 – bezpečnostní fléra BPS Vejprnice .....	16
Obrázek 7 – jednoduché schéma generelu BPS Vejprnice .....	17
Obrázek 8 – areál firmy AGRO ENERGY s.r.o. ....	18
Obrázek 9 – výstřížek z Katalogu odpadů[4].....	20
Obrázek 10 – teoretická výnosnost surovin[5].....	21
Obrázek 11 – graf současných vstupních surovin[1] .....	22
Obrázek 12 – schéma materiálových toků v areálu BPS Vejprnice.....	25
Obrázek 13 – vývojový diagram prostupu surovin přes proces BPS Vejprnice .....	26
Obrázek 14 – Sankeyův diagram materiálových toků .....	27
Obrázek 15 – graf využití nově navržených vstupních surovin[1] .....	29
Obrázek 16 – schéma traktoru.....	30
Obrázek 17 - obalové křivky pro vjezd do areálu – současný stav .....	30
Obrázek 18 – rozměry nákladního automobilu .....	31
Obrázek 19 - obalové křivky pro vjezd do areálu – návrh nového dopravního prostředku.....	31
Obrázek 20 – územní plán Vejprnice[16] .....	32
Obrázek 21 – územní plán Vejprnice – dopravní koridory[16] .....	33
Obrázek 22 – výstřížek katastru nemovitostí z katastrálního území Vejprnice[16].....	34
Obrázek 23 – mapa technické infrastruktury Vejprnice[16].....	35
Obrázek 24 – návrh nové haly.....	36
Obrázek 25 – přepracování stávající budovy .....	37
Obrázek 26 – upravený vývojový diagram BPS Vejprnice s novými surovinami.....	41
Obrázek 27 – Sankyův diagram pro nové suroviny[1] .....	42
Obrázek 28 – Optima 154/204[18].....	43
Obrázek 29 – podtlaková vývěva RV 558[19].....	44
Obrázek 30 – drtič XRL186[20] .....	45
Obrázek 31 – ukázka možné modifikace XRL186[20].....	45
Obrázek 32 – BioBANG macerátor [21].....	47
Obrázek 33 – Trubková hygienizace BioG[22] .....	47

Obrázek 34 - hygienizační nádrž od firmy TEWE[23] .....	48
Obrázek 35 – hygienizační nádrž od firmy Landia[24] .....	49
Obrázek 36 – příklad nádrže od Kovo Jančí[25].....	50
Obrázek 37 - – příklad nádrže od Pacovské strojírný[26].....	50
Obrázek 38 – 60 litrový barel[27] .....	51
Obrázek 39 – myčka na barely TechniJet[28].....	51
Obrázek 40 – myčka na 1 barel [29] .....	52
Obrázek 41 – myčka na 2 barely [29] .....	52
Obrázek 42 – filtrační jednotka AS – PCO[30] .....	53
Obrázek 43 – Varianta č.1 dispozičního řešení.....	54
Obrázek 44 - pohled na stávající budovu[13] .....	55
Obrázek 45 – varianta č. 2 dispozičního řešení.....	56
Obrázek 46 – varianta č. 3 dispozičního řešení.....	58
Obrázek 47 – vybraná varianta layoutu.....	60
Obrázek 48 – ukázka manipulační jednotky .....	61
Obrázek 49 – STILL HP 20[31].....	61
Obrázek 50 – Organický Rankine Clausiův cyklus[33].....	63
Obrázek 51 – T – s diagram ORC [34] .....	63

## Seznam tabulek

Tabulka 1 – návrh nových vstupních surovin[13][1] .....	28
Tabulka 2 – srovnání variant umístění technologií .....	38
Tabulka 3 – technická data Optima 154/204[18] .....	44
Tabulka 4 – technická data vývěva RV 558[19] .....	44
Tabulka 5 – technická data XRL186[20] .....	45
Tabulka 6 – srovnávací tabulka.....	46
Tabulka 7 – rozdělení surovin podle zpracování .....	56
Tabulka 8 – srovnání variant nového layoutu .....	59

## 1. Úvod

Tato kvalifikační práce se zaměřuje na projektování manipulace s odpady a jejich zpracování v rámci změny vstupních surovin pro bioplynovou stanici ve Vejprnicích. Vypracování práce probíhá ve spolupráci s firmou Johann Hochreiter s.r.o., která se svojí činností zabývá projektováním a realizací bioplynových stanic v České republice. Součástí této práce není návrh projektu celé bioplynové stanice, ale pouze část pro zpracování nově navržených vstupních surovin pro BPS Vejprnice.

Kromě návrhu nových surovin a k tomu potřebné technologie zpracování se bude práce také zaměřovat na možné využití vzniklých surovin, jako jsou bioplyn, případně elektrická a tepelná energie. Právě část tepelné energie je nevyužitá a tedy ztrátová, proto bude snaha o návrh variantního využití tohoto ztrátového tepla. Návrh nových vstupních surovin souvisí s udržením stávajícího objemu výroby bioplynu při snižování v současné době hlavní vstupní suroviny.

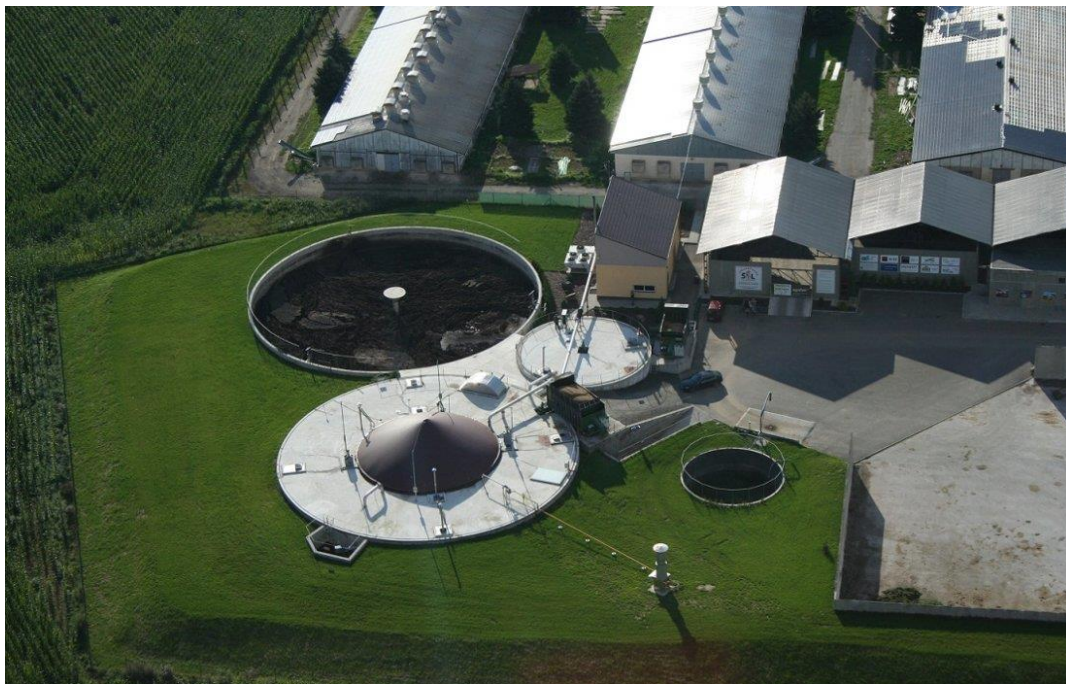
### 1.1 Cíle práce

Cílem této práce by měl být návrh technologie pro zpracování nových surovin ve formě odpadů před vstupem do stávající bioplynové stanice. S tím souvisí také návrh nového layoutu a manipulace s materiály v areálu BPS. Dalším cílem bude navrhnout vhodné využití ztrátového tepla z kogenerační jednotky, případně variantní využití bioplynu.

## 2. Analýza současného stavu BPS Vejprnice

Firma Johann Hochreiter s.r.o. je výhradním zástupcem Biogas Hochreiter GmbH v České republice. Tato firma se zaměřuje na kompletní realizace bioplynových stanic s technologií Hochreiter, od přípravných a povolovacích prací, přes stavbu a montáž technologie, až po uvedení bioplynové stanice do provozu a následný servis. Ve spolupráci s firmou Johann Hochreiter bude tato práce zaměřena na posouzení záměru změny vstupních surovin pro bioplynovou stanici. Zvláštní pozornost bude věnována manipulaci s těmito surovinami, jejich uskladněním a potenciálním využitím produktu bioplynové stanice, tedy samotného bioplynu. Tato problematika bude probádána z hlediska technického, ekonomického a ekologického s cílem analyzovat dopady a výhody navrhované změny. Zvláštní důraz bude kladen na technologické aspekty, včetně přesné specifikace nových surovin, zařízení nezbytných pro jejich účinnou manipulaci, zpracování, uskladnění a technických změn v bioplynové stanici, nutných pro nové suroviny. Zároveň budou posouzeny ekonomické aspekty týkající se nákladů na provoz a případných úspor či zisků spojených s touto změnou.

Bioplynová stanice ve Vejprnicích je ve vlastnictví AGRO ENERGY CZ spol. s.r.o., jedná se o rodinnou firmu, zaměřující se na zemědělskou činnost. Bioplynová stanice v současné době využívá především zemědělské suroviny, jako jsou kukuřice a travní senáž společně s drůbežím hnojem k výrobě bioplynu. Nicméně, vzhledem ke snižování počtu zemědělských ploch pro pěstování těchto surovin, dochází k postupnému úbytku zdrojů surovin, potřebných pro provoz bioplynové stanice. S tím souvisí právě plánovaná změna vstupních surovin potřebných pro chod bioplynové stanice, a tedy hledání alternativních vstupních surovin. Na základě těchto poznatků se firma rozhodla snížit svoji závislost na hospodářských produktech a zaměřit se na jiný zdroj vstupních surovin. Jednou z navrhovaných alternativních surovin pro provoz bioplynové stanice je odpad živočišného původu. Tento směr byl zvolen jako reakce na klesající dostupnost zemědělských surovin, a má za cíl zajistit trvale udržitelný a stabilní zdroj vstupních surovin pro bioplynovou stanici. Ovšem zavedení odpadu živočišného původu do procesu výroby bioplynu vyžaduje důkladnou analýzu technických, ekonomických a environmentálních aspektů.



Obrázek 1 – fotografie bioplynové stanice Vejprnice[13]

## 2.1 Funkce bioplynové stanice

Bioplynová stanice je technické zařízení sloužící pro výrobu bioplynu pomocí fermentace biomasy nebo odpadů živočišného původu v zařízení, kterému se říká fermentor. Jedná se o betonovou kruhovou nádrž, kde dochází k již zmíněné fermentaci. Během fermentace probíhá biochemický rozklad organického materiálu za účelem výroby bioplynu. Fermentor funguje jako centrální část bioplynové stanice, kde dochází k anaerobnímu procesu, během něhož mikroorganismy rozkládají organickou hmotu na bioplyn. Bioplyn se zde hromadí a následně je uchováván v plynojemu, kde je připraven pro další využití. Ten lze dále využívat například pro výrobu tepla a elektřiny v kogenerační jednotce nebo pro pohon dopravních prostředků. V rámci procesu fermentace vzniká také vedlejší produkt, zvaný digestát, který je bohatý na živiny a lze jej využít jako hnojivo pro zemědělské účely.

Výše zmíněná bioplynová stanice ve Vejprnicích se skládá ze silážního žlabu pro skladování sklizené kukuřice sloužící jako vstupní surovina pro BPS, dávkovacích zařízení umožňujících pravidelný přísun materiálu dále do předfermentorů, kde dochází k počáteční fermentaci, míchání a shrnování písku, který se do procesu dostal s druhou surovinou. Písek je v dalším procesu nežádoucí, proto je potřeba ho odstranit. Odtud je materiál přesunut do hlavního fermentoru s plynojmem. Ve fermentoru vzniká plyn z chemické reakce, který je poté zachycován do plynojemu. Odtud je plyn dopravován do kogenerační jednotky s výkonem 670 kW a digestát vzniklý po fermentaci je přesunut do koncového skladu, odkud je využíván jako hnojivo v zemědělství. V kogenerační jednotce dochází ke spalování vzniklého bioplynu a při tomto procesu vzniká elektrická energie a teplo. Vzniklá elektrická energie je dodávána do distribuční sítě, vzniklé teplo slouží pro vytápění objektu bioplynové stanice. Přebytkové teplo se ztrácí do okolí, s ohledem na množství ztrátového tepla se bude řešit možnost efektivnějšího využití. Jedním z bodů této práce bude variantní řešení využití bioplynu, popřípadě elektrické energie a tepla z kogenerační jednotky. Rozložení bioplynové stanice a jednotlivých technologických zařízení je zobrazeno na obrázku č.1. Součástí této práce je analýza současného generelu areálu a tím související návrh prostoru pro novou technologii zpracování surovin, v našem případě s největší pravděpodobností stávající budova garáže. Tato budova je v dnešní době nevyužívána, proto bude jednou z náplní práce navrhnout využití tohoto prostoru pro sklad nových vstupních surovin pro BPS. Výhodou je, že pro realizaci projektu nebude potřeba stavba nové haly, ale pouze rekonstrukce stávající budovy. [1]

### 1. Fermentor

Fermentor představuje jedno z důležitých zařízení v technologii bioplynové stanice, kde probíhají chemické reakce nezbytné pro tvorbu bioplynu. Je důležité, aby tento fermentor byl konstruován z extrémně odolných materiálů, které jsou odolné vůči korozi, kterou mohou způsobit agresivní sloučeniny, jež se tvoří během procesu fermentace. Fermentory lze dělit podle konstrukce na vodorovné nebo svislé. Ve Vejprnicích je uplatněna konstrukce vertikálního fermentoru.

Vertikální provedení fermentoru se běžně volí kvůli celkovým úsporám. Tento typ fermentoru je obvykle instalován částečně pod úroveň terénu. Skládá se z betonové jámy z vodotěsného železobetonu, která je izolována a vyhřívána na obvodu. Střecha fermentoru je kombinací železobetonové monolitické desky a plynojemu.

BPS ve Vejprnicích má instalovaný dvoustupňový fermentor, který má vnější průměr 30 m, vnitřní průměr 18 m a výšku 6 m (účinnou výšku 5,4 m). Jeho plynojem má průměr 14 m a celkový objem činí 4.239 m<sup>3</sup>. [2]

Funkci fermentoru podporuje dávkovací zařízení, které přivádí obnovitelné zdroje energie, jako je kukuřičná a travní siláž, do vnějšího kruhu fermentoru.

Předfermentor, oba fermentory a koncový sklad jsou propojeny přepadovými a tlakovými potrubími. Přestavitelná ponorná míchadla slouží k homogenizaci substrátu, aby se zabránilo vzniku plovoucích vrstev. Ve vnějším fermentoru se používá pádlové míchadlo Mississippi s výkonem 18,5 kW, zatímco ve vnitřním jsou dvě míchadla s celkovým výkonem 30 kW, umožňujícím transport materiálu s vyšším obsahem sušiny pomocí potrubí do koncového skladu. Doba, po kterou je substrát ve fermentoru, činí 90 dní. Teplota ve fermentorech se udržuje pomocí teplovodního oběhového topení, které využívá nerezové potrubí. Pro ohřev slouží voda z kogenerační jednotky. Stěny a strop fermentoru jsou izolovány 8 cm tlustými deskami extrudovaného polystyrenu, které jsou následně pokryty 12 cm betonem. Pro zajištění trvalé těsnosti stěnových průchodů fermentoru jsou použity kvalitní materiály, jako je mosaz a nerezová ocel. Uzavírací prvky, které přicházejí do kontaktu se substrátem, jsou zdvojeny, aby v případě poruchy bylo alespoň jedno šoupátko uzavřeno.[2]

Fermentor má revizní otvor (asi 2700 x 1700 mm) ve stropní desce, který umožňuje odstranění pískových sedimentů po určité době provozu. Kuželovité folie (horní folie z PVC s tkaninovou výztuží a spodní folie z vysoce elastického PE) se používají k hermetickému uzavírání fermentoru. Tlak se udržuje pomocí radiálního dmychadla a přetlakové klapky, které společně zajišťují, že tlak bioplynu zůstává nízký. Během anaerobního procesu se ve fermentoru produkuje surový plyn, který je skladován v nízkotlakých zásobnících plynu nad hladinou substrátu. Bezpečnost nízkotlakového skladování surového plynu zajišťují přetlakové a podtlakové pojistky. Surový plyn z fermentoru je veden plynovodem přes chladič, kde se kontrolovaně přidává vzduch k odsíření. Po odstranění vodní páry během vysoušení je surový plyn připraven pro energetické využití v kogenerační jednotce.[2]



Obrázek 2 – dvouplášťový fermentor BPS Vejprnice

## 2. Předfermentor

Předfermentor má průměr 14 metrů a výšku 6 metrů, tj objem cca 923,16 metrů krychlových. Tato nádrž je vybavena vlastním dávkovacím zařízením a umožňuje denně přidávat přibližně 8 tun drůbežího hnoje. Tato nádrž je hermeticky uzavřena železobetonovým víkem. V nádrži se drůbeží trus udržuje v teple a je pravidelně promícháván pomocí míchadla s výkonem 15 kW. V průběhu času však dochází k usazování minerálů z drůbežího hnoje. Na dně nádrže jsou umístěny šnekové dopravníky, které jsou využívány k vyskladňování těchto sedimentů do uzavřeného kontejneru. Předfermentor je propojen s fermentorem pomocí přepadového potrubí, což umožňuje přesun substrátu do fermentoru pro další zpracování. Během tohoto procesu se také vytváří určité množství bioplynu. Proto je předfermentor spojen s plynojemem, aby byl tento bioplyn zachycen a mohl být dále využit.[2]



Obrázek 3 – betonový předfermentor BPS Vejprnice

## 3. Dávkovací zařízení

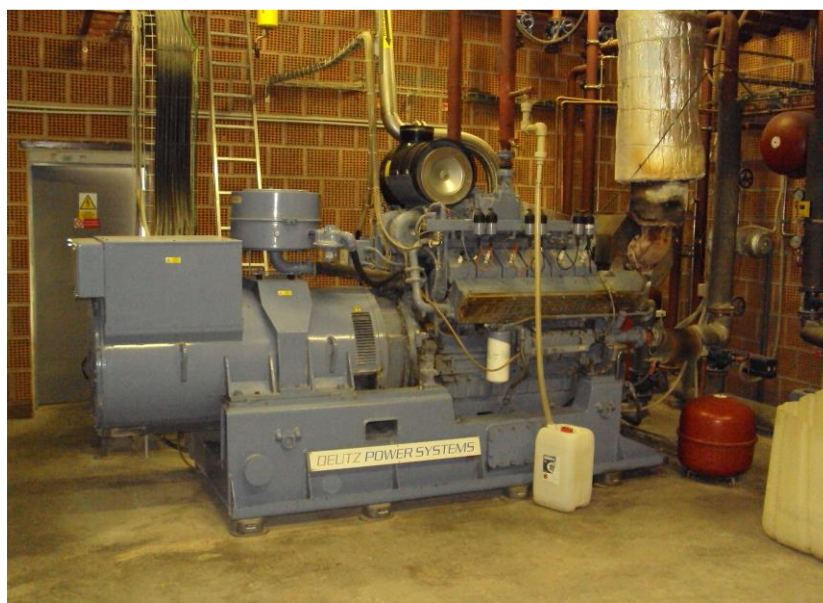
Pro zásobování fermentoru kukuřičnou a travní siláží, je využíváno dávkovacích zařízení. Tato dávkovací zařízení se skládají z elektricky poháněných šneků, zahrnující jak dopravní šnek, tak i mačkáč šnek. Suroviny jsou přepravovány z podávajícího zařízení do fermentoru pomocí těchto šneků. Aby byla zajištěna konstantní a nepřetržitá výroba bioplynu, musí být fermentor pravidelně zásobován živinami v přesně stanovených časových intervalech. Tato zařízení jsou plně automatizovaná, s potřebou obsluhy pouze dvakrát denně, aby bylo zajištěno jeho naplnění vstupními surovinami. U zařízení BPS Vejprnice byly implementována dvě samostatná dávkovací zařízení. První je využíváno k dávkování drůbežího trusu do předfermentorů, zatímco druhé je určeno pro dávkování kukuřičné a travní siláže přímo do fermentoru.[2]



Obrázek 4 – dávkovací zařízení Fleigl PolyPro v BPS Vejprnice

#### 4. Technická budova s kogenerační jednotkou

Technická budova kogenerace je dvoupodlažní objekt, který se skládá ze dvou samostatných místností. První místnost slouží pro umístění kogenerační jednotky (KJ), která je navržena tak, aby mohly být instalovány dvě kogenerační jednotky, zatímco druhá místnost obsahuje hlavní elektrický rozvaděč a řídicí místnost pro BPS. Dále je v místnosti pro KJ k dispozici místo pro uskladnění hořlavého materiálu, konkrétně motorového oleje. Obě místnosti jsou přístupné jak z vnějšího prostoru, tak i mezi sebou. Pro zajištění řádné ventilace je místnost KJ vybavena mechanickým větráním s řízenými ventilátory a musí být odhlučněna z důvodu vysoké hladiny hluku při provozu KJ. Výkon ventilátorů je možné regulovat v závislosti na teplotě. V tomto prostoru jsou umístěna čidla pro sledování koncentrace metanu. Z prostoru elektrického rozvaděče je přístupný půdní prostor, kde jsou umístěny výměníky tepla, tlumiče hluku na výfukovém vedení, chladicí zařízení a expanzní nádoby. [2]



Obrázek 5 – kogenerační jednotka MWM-Deutz v BPS Vejprnice



Kogenerační jednotka hraje klíčovou roli v procesu přeměny bioplynu na elektrickou a tepelnou energii. Přibližně třetina energie z paliva je využita k výrobě elektrické energie, zatímco zbytek se uvolňuje ve formě tepla. Tato tepelná energie se využívá k ohřevu vody a pro výhřev budov v areálu bioplynové stanice. Kvalita spalovacího procesu v KJ je závislá na kvalitě bioplynu, zejména na obsahu metanu. Minimální podíl metanu v palivové směsi by měl činit 40 %, menší koncentrace by mohla vést k zhasínání plamene, což by ovlivnilo účinnost kogenerační jednotky. V rámci BPS Vejprnice je nainstalována kogenerační jednotka o tepelném výkonu 706 kW a elektrickém výkonu 537 kW.[2]

## 5. Fléra

Během odstávky kogenerační jednotky (KJ) je aktivováno zařízení nazvané "fléra," jehož funkce slouží k bezpečnému spalování nadbytečného bioplynu. Toto zařízení je umístěno v odstupe 15 metrů od ostatních objektů a je propojeno s fermentorem podzemním plynovodem. Pro případ havarijního uvolnění plynu musí být dimenzováno tak, aby zvládlo průchod dvojnásobného objemu bioplynu, který se očekává za průměrnou hodinu. Minimální vzdálenost havarijního výstupu plynu od otevřeného ohně musí být alespoň 15 metrů, a to ve výšce 4 metry nad terénem. Tato konstrukce zahrnuje instalaci pojistky vznícení, aby bylo zajištěno bezpečné zacházení s uvolněným plynem[2]



Obrázek 6 – bezpečnostní fléra BPS Vejprnice

## 6. Skladová plocha

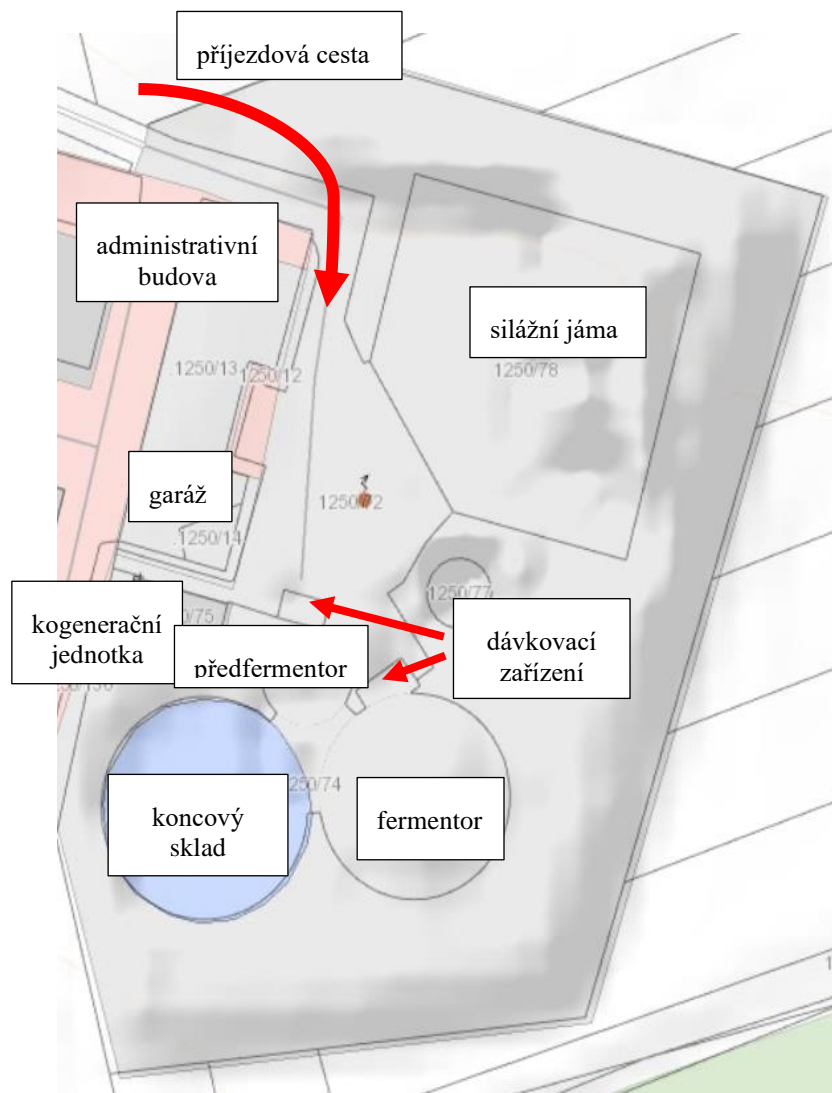
V rámci konstrukčního řešení skladového prostoru o rozměrech 40,8 x 40,8 metrů, tj 1 500 metrů čtverečních a výškou 4 metry, má skladová plocha objem 6 000 metrů krychlových. Dno žlabu bylo vybudováno z betonové pojezdové vrstvy s hydroizolací na podkladní betonové mazanině a položeno na štěrkovém loži. Tento žlab byl navržen s minimálním spádem o 1 % jak v příčném, tak v podélném směru. Pro zajištění bezpečného vjezdu byla vjezdová plocha vytvořena s 10 % sklonem, což zabránilo úniku kontaminovaných vod na okolní zpevněné plochy. Na obou stranách vjezdu byly instalovány kanalizační vpusti. Odtud jsou kontaminované vody odváděny plastovým potrubím do jímky na kontaminované vody a poté přečerpávány do fermentoru bioplynové stanice.[2]

## 7. Koncový sklad digestátu

Kruhová železobetonová nádrž o celkovém objemu 4.975 m<sup>3</sup> byla vybudována s vodotěsnými stěnami a základovou deskou. Tato nádrž slouží k zachycení digestátu, který sem proudí z fermentoru prostřednictvím přepadového potrubí. Pro odběr digestátu byla umístěna přečerpávací jednotka v technickém sklepe. Koncový sklad digestátu musí být pravidelně vyprazdňován dvakrát ročně, musí se však zohlednit objem vstupních surovin. Tento digestát je poté využíván jako hnojivo pro pole.[2]

## 8. Přípojka vysokého napětí

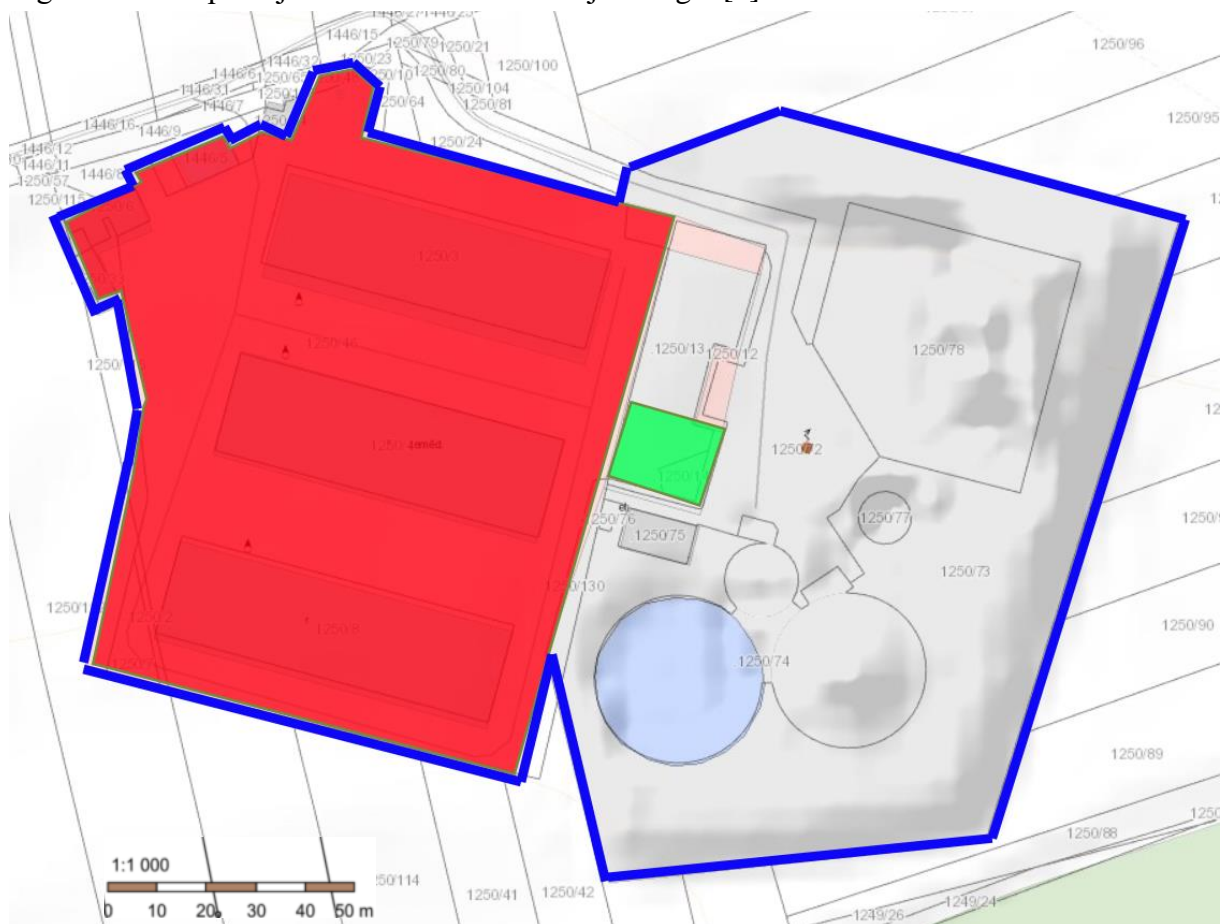
Na jižní straně stávající stavby prochází existující vedení venkovního vysokého napětí (VN). Z tohoto místa VN byl nainstalován svod typu 3xAXEKVCEY s jedním vodičem o průřezu 70 mm<sup>2</sup>. Ochrana proti přepětí v kabelovém vedení je zajištěna pomocí omezovačů přepětí VN, umístěných na odbočném sloupu. Kabel VN pokračuje od tohoto odbočného bodu dále na farmu a odtud dále směruje k nově navržené kioskové trafostanici, kde je ukončen ve staničních koncovkách v rozvaděči VN. Kabel VN je uložen v betonových žlebech po celé délce trasy (190 metrů) a to ve hloubce jednoho metru.[2]



Obrázek 7 – jednoduché schéma generelu BPS Vejprnice

## 2.2 Současné dispoziční řešení

Bioplynová stanice ve Vejprnicích byla uvedena do provozu v roce 2013. Provozovatelem je společnost AGRO ENERGY s.r.o. Zřizovatelem tohoto projektu byla firma ATELIER 111 architekti s.r.o., která úzce spolupracuje s firmou Johann Hochreiter s.r.o., která vedla celý proces od počátečního návrhu a projektové dokumentace až po zajištění společnosti pro realizaci stavebních prací. Spolupráce mezi AGRO ENERGY s.r.o. a firmou Johann Hochreiter s.r.o. umožnila úspěšnou realizaci tohoto projektu, který slouží k efektivnímu využívání organického odpadu jako obnovitelného zdroje energie.[1]



Obrázek 8 – areál firmy AGRO ENERGY s.r.o.

Na obrázku č.8 je modrou barvou ohraničen areál firmy AGRO ENERGY s.r.o. ve kterém se společně s bioplynovou stanicí nachází také zařízení pro chov drůbeže, provozované firmou Š&L DRŮBEŽARNA VEJPRNICE spol. s r.o., ze kterého pochází část vstupních surovin pro bioplynovou stanici. Areál chovu drůbeže je vyznačen červenou barvou a je vidět, že zabírá významnou část celého areálu, zbylá plocha slouží pro chod bioplynové stanice a nachází se zde i samotná technologická část BPS. V areálu bioplynové stanice se nachází i nevyužívaná garáž, označená zelenou barvou, která je předmětem plánovaného projektu změny vstupních surovin pro tuto bioplynovou stanici. Zde se bude nacházet příslušenství pro příjem, zpracování, manipulaci a uskladnění nových vstupních surovin.

## 2.3 Definice odpadu

Odpad lze definovat jako movitou věc, který již není žádoucí nebo užitečný pro původní účel, pro který byl vytvořen, a je zpravidla považována za nadbytečnou nebo nepotřebnou, a vlastník se jí zbavuje. Odpad může vznikat z různých zdrojů, včetně průmyslových procesů, domácností, zemědělství a dalších činností, a je často potřebné odpad řádně zpracovávat, aby se minimalizoval jeho negativní dopad na životní prostředí a lidské zdraví. Odpad můžeme dělit podle skupenství na pevný, kapalný nebo plyný a zároveň může obsahovat různé látky, včetně nebezpečných chemikálií, které vyžadují speciální postupy pro manipulaci a likvidaci. Odpadový management z velké části zahrnuje celou řadu činností, jako je sběr, třídění, recyklace, spalování, skládkování a monitorování. V České republice je odpadové hospodářství regulováno několika právními předpisy, přičemž hlavními jsou zákony naší republiky a nařízení EU, které se týkají odpadové legislativy.[3]

Z pohledu práva přesně odpad definuje zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, který je účinný od 1. 1. 2021. Tento zákon je základním právním předpisem pro regulaci odpadového hospodářství v České republice. Obsahuje definice různých druhů odpadu, stanovuje povinnosti týkající se sběru, zpracování a likvidace odpadu, a upravuje odpovědnost za škody způsobené nedodržením tohoto zákona. [3]



















1. **Definice odpadu:** Zákon definuje odpad jako jakýkoli materiál nebo látku, kterou majitel označil jako odpad. Dále definuje nebezpečný odpad a biologicky rozložitelný odpad, což jsou kategorie odpadu, které mají specifické postupy pro nakládání a likvidaci. Definice nebezpečného odpadu se týká odpadů, které mohou představovat riziko pro zdraví lidí nebo životní prostředí. Biologicky rozložitelný odpad zahrnuje organické materiály, které se mohou rozkládat biologicky (např. potravinový odpad).[3]
2. **Sběr odpadu:** Zákon stanovuje povinnosti týkající se sběru odpadu, včetně povinnosti vytvořit systém sběru a nakládání s komunálním odpadem, což jsou například odpady z domácností. Důležitou součástí zákona je povinnost odděleného sběru recyklovatelných materiálů, což má snížit množství odpadu končícího na skládkách. Provozovatelé sběrných míst a recyklačních linek jsou také podrobena regulacím, aby zajistili efektivní a ekologický sběr odpadu.[3]
3. **Zpracování a likvidace odpadu:** Zákon klade důraz na povinnost minimalizovat vytváření odpadu a podporuje recyklaci a opětovné využití materiálů, což podporuje udržitelný přístup k odpadovému hospodářství. Dále zákon upravuje skládkování odpadu, včetně požadavků na monitorování a kontroly skládek, aby se minimalizovaly nepříznivé environmentální dopady.[3]
4. **Odpovědnost za škody:** Zákon č. 541/2020 Sb. upravuje odpovědnost za škody, které mohou vzniknout v souvislosti s nakládáním s odpadem. To zahrnuje škody na životním prostředí a zdraví lidí. Odpovědnost může spočívat jak u provozovatele odpadového hospodářství, tak u jednotlivých vlastníků odpadu.[3]
5. **Odpadové plány a registrace:** Zákon vyžaduje, aby byly vypracovány odpadové plány na různých úrovních, a to od obcí až po kraje. Tyto plány obsahují opatření k řízení odpadů na místní, regionální a celostátní úrovni a mají sloužit k řízení a koordinaci nakládání s odpady. Dále zákon požaduje registraci subjektů, které se podílejí na nakládání s odpady.[3]
6. **Trestní a správní sankce:** Zákon stanovuje trestní a správní sankce pro nedodržení jeho ustanovení, což zahrnuje pokuty a jiné právní postihy, které mají motivovat subjekty k dodržování odpadových pravidel a k prevenci nezákonného nakládání s odpady.[3]

Další důležitou vyhláškou ohledně odpadů v České republice je vyhláška č. 8/2021 Sb. katalog odpadů a posuzování vlastnosti odpadů. Tato vyhláška byla vydána na základě zákona č.541/2020 Sb. s cílem usnadnit evidenci a skladování odpadů.[4]

1. **Klasifikace odpadu:** Odpadu je přiřazováno šestimístné katalogové číslo ve tvaru **XX YY ZZ** v rámci Katalogu odpadů, kde první dvě čísla (XX) identifikují skupinu odpadů. Základních skupin je 20 a označují způsob vzniku odpadu. Následující dvě čísla (YY) určují podskupinu odpadů, které blíže definují oblast vzniku odpadu. A poslední dvě čísla (ZZ) identifikují konkrétní druh odpadu.[4]

Děle je katalog rozdělen na nebezpečné a ostatní odpady. Nebezpečné odpady bývají v katalogu označeny symbolem hvězdičky - \*.[4]

2. **Evidenční povinnost:** Určuje, že subjekty, které generují, sbírají, zpracovávají nebo likvidují odpad, musí evidovat odpady podle klasifikace definované v této vyhlášce. Evidenční povinnost pomáhá státním orgánům a regulačním úřadům sledovat toky odpadu a zajistit tak jejich řádné nakládání.[4]
3. **Popis odpadu:** Poskytuje detailní popisy jednotlivých druhů odpadu, včetně informací o jejich původu, vlastnostech a nebezpečnosti.[4]

02		ODPADY ZE ZEMĚDĚLSTVÍ, ZAHRADNICTVÍ, RYBÁŘSTVÍ, LESNICTVÍ, MYSLIVOSTI A Z VÝROBY A ZPRACOVÁNÍ POTRAVIN		
02	01	Odpady ze zemědělství, zahradnictví, rybářství, lesnictví a myslivosti		
02	01	01	Kaly z praní a z čištění 	
02	01	02	Odpad živočišných tkání 	
02	01	03	Odpad rostlinných pletiv 	
02	01	04	Odpadní plasty (kromě obalů) 	
02	01	06	Zvířecí trus, moč a hnůj (včetně znečištěné slámy), kapalné odpady, soustředované odděleně a zpracovávané mimo místo vzniku 	
02	01	07	Odpady z lesnictví 	
02	01	08*	Agrochemické odpady obsahující nebezpečné látky 	
02	01	09	Agrochemické odpady neuvedené pod číslem 02 01 08 	
02	01	10	Kovové odpady 	
02	01	99	Odpady jinak blíže neurčené 	
02	02	Odpady z výroby a zpracování masa, ryb a jiných potravin živočišného původu		
02	03	Odpady z výroby a ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, kaka, kávy, čaje a tabáku; odpady z konzervářského průmyslu z výroby droždí a kvasničného extraktu, z přípravy a kvašení melasy		

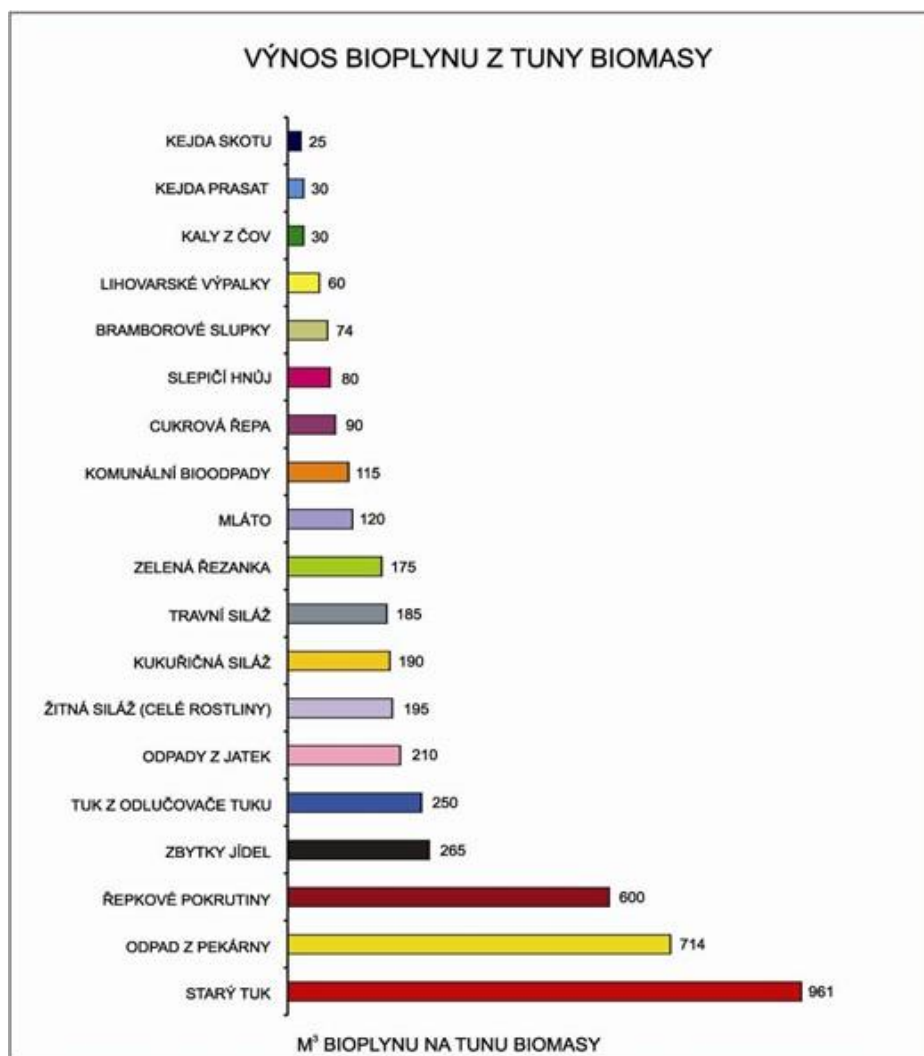
Obrázek 9 – výstřižek z Katalogu odpadů[4]

## 2.4 Odpady využívané pro chod bioplynové stanice

Bioplynové stanice lze rozdělit podle typu zpracovávané biomasy na tři typy: komunální BPS, které převážně zpracovávají komunální odpad, dále průmyslové BPS, které zpracovávají především kaly z čističek odpadních vod a poslední jsou zemědělské BPS, které zpracovávají zemědělské suroviny. Při volbě surovin pro bioplynovou stanici je potřeba volit především organické materiály, které mohou být anaerobně rozkládány mikroorganismy za vzniku bioplynu. Mezi hlavní zdroje materiálu pro bioplynové stanice lze považovat:[5]

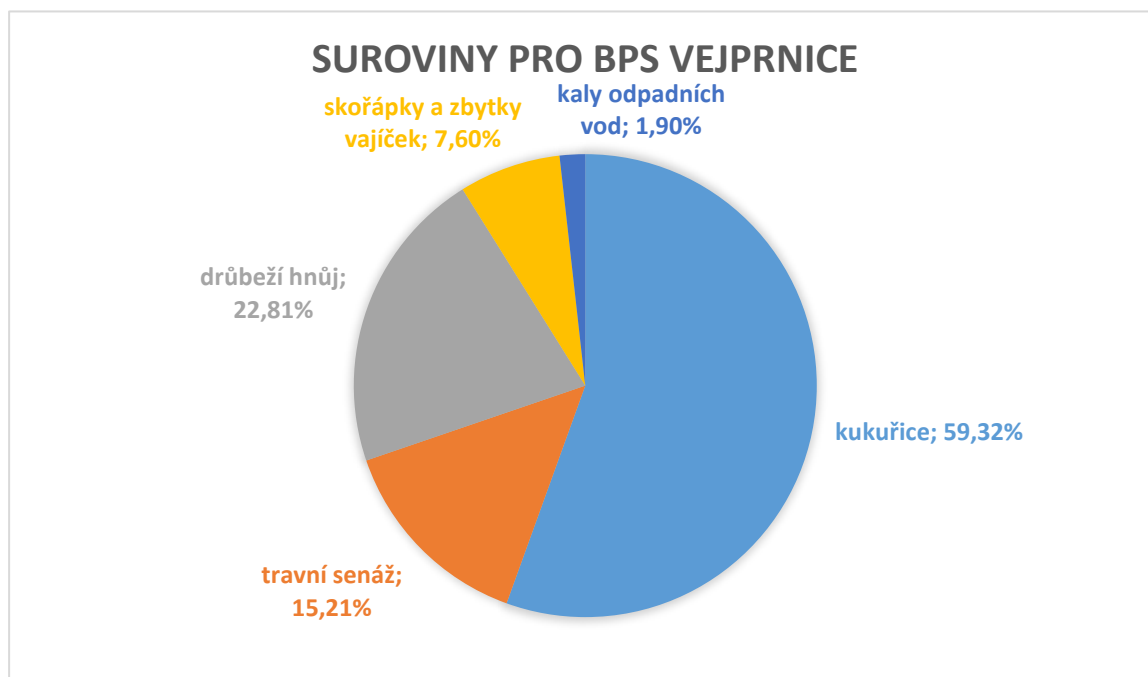
1. Zbytky ze zemědělského procesu: do této skupiny řadíme zbytky plodin, jako jsou kukuřičná stébla, travní senáž a pšeničná sláma. Patří sem ale také zvířecí trus.
2. Tuhý komunální odpad: zbytky potravin, kaly z čistíren odpadních vod
3. Zbytky ze zpracování potravin: zbytky z pivovarů, lihovarů, mlékáren

Důležité je ovšem složení vstupních surovin, ty mohou totiž ovlivnit kvalitu a množství vyrobeného plynu. Navíc některé suroviny vyžadují předběžné zpracování, aby se optimalizovala výroba bioplynu a zabránilo se tvorbě a šíření nechtěných bakterií. Jedním z důležitých typů zpracování je hygienizace. Je to proces probíhající při teplotách 70–80 °C po určitou dobu a tím se docílí zničení patogenů a nežádoucích bakterií. Při procesu fermentace v bioplynové stanici dochází k přeměně odpadu na podstatně přijatelnější formu pro další skladování a využití za současného vzniku bioplynu.[5]



Obrázek 10 – teoretická výnosnost surovin[5]

Bioplynová stanice ve Vejprnicích v současné době využívá jako zdroj surovin pro výrobu plynu výhradně zemědělské suroviny. Firma AGRO ENERGY s.r.o. podniká v zemědělské činnosti a využívá tak osevní plochy pro pěstování kukuřice jakožto zdroje pro bioplynovou stanici. Kukuřice tvoří největší podíl suroviny pro výrobu bioplynu, další surovinou je travní senáž z údržby areálu bioplynové stanice a okolí, drůbeží hnůj z nedaleké drůbežárny, která je ve vlastnictví výše zmíněné firmy, skořápky a zbytky vajíček taktéž z drůbežárny a kaly z čištění odpadních vod. Všechny tyto suroviny mohou být zdrojem pro bioplynovou stanici bez předběžného zpracování a lze je tedy po nashromáždění pouze uskladnit a dávkovat podle potřeby do fermentoru bioplynové stanice.[1]



Obrázek 11 – graf současných vstupních surovin[1]

### 1. Kukuřice

Tato energetická plodina vyniká rychlým růstem a vysokou energetickou hodnotou své biomasy, což ji činí výrazně efektivnější než mnohé jiné zemědělské plodiny. Z hektaru kukuřice lze vyprodukovat více v porovnání s jinými plodinami, pšenice produkuje pouze 56 % bioplynu na hektar a luční tráva kolem 83 %. Výběr správných kukuřičných hybridů má však značný vliv na produkci bioplynu, a to vzhledem k vysokým výnosům sušiny na hektar, neustálému zvyšování výnosového potenciálu šlechtěním a vysoké výtěžnosti metanu z kg sušiny kukuřičné siláže. Navíc dobrá skladovatelnost kukuřičné siláže umožňuje bezproblémové zásobování bioplynové stanice po celý rok. Vzniklý digestát je využíván jako hnojivo na pole s kukuřicí, tím dochází ke zlepšení výnosu a udržitelnému a smysluplnému využití odpadních produktů z výroby bioplynu. S ohledem na nedostatečný obsah dusíku v kukuřičné siláži může provoz anaerobního reaktoru být poměrně nestabilní. Nicméně lze proces stabilizovat pomocí alkalických substrátů s vyšším obsahem dusíku, jako jsou přebytečné kaly z čistíren odpadních vod nebo hnůj. [6]

### 2. Travní senáž + sláma

V bioplynové stanici Vejprnice se využívání travní siláže a slámy omezuje pouze na určitou část roku. Během letních měsíců se BPS zásobuje travní siláží z veřejných ploch obce Vejprnice a slámou z 200 hektarů pozemků, které se využívají pro pěstování pšenice a řepky.[7]

### 3. Drůbeží hnůj

Kuřecí trus vyniká vysokým obsahem biologicky rozložitelných pevných složek, což ho činí vhodným substrátem pro výrobu bioplynu. Avšak vyšší obsah amoniaku a nižší obsah uhlíku a dusíku představují významné výzvy pro proces anaerobní digesce. Přesto lze díky jeho vlastnostem kuřecí trus úspěšně využít pro strategie výroby bioplynu.

Hnůj a kejda obsahují bakterie z trávicího traktu zvířat. Jejich zpracování v bioplynové stanici výrazně stabilizuje fermentační proces ve fermentoru, což má za následek zlepšení kvality fermentace a efektivní výrobu bioplynu. Důležitou výhodou tohoto procesu je také snížení nepříjemného zápachu výsledného hnojiva, což má pozitivní dopad na okolí během aplikace tohoto produktu. [8]

### 4. Skořápky a zbytky vajíček

Tento odpad je využíván z důvodu nutnosti likvidace odpadu z drůbežárny, tudíž se malým množstvím podílí na výrobě bioplynu.

### 5. Kaly z čističky odpadních vod

Kaly z čističek odpadních vod se pro proces využívají pouze v malém množství, ovšem výhodou zpracování tohoto odpadu v bioplynové stanici je, že se zbavíme nepříjemného zápachu a zároveň dochází k výrobě bioplynu.

Na obrázku č.11 je zobrazen graf, vyjadřující rozložení používaných materiálů pro bioplynovou stanici ve Vejprnicích. Největší objem surovin pro výrobu bioplynu je kukuřice, která má z výše vypsanych surovin největší výtěžnost plynu. Druhou nejčastější surovinou je drůbeží hnůj, který má poloviční výtěžnost než kukuřice. Travní senáž má menší zastoupení než drůbeží hnůj, ale má vyšší výtěžnost plynu o cca 70 %. Zbylé suroviny jsou používány pouze v malém množství a výtěžnost je vůči kukuřici a travní senáži zanedbatelná, viz obrázek č.10.

## 2.5 Průzkum trhu s odpady v regionu

V Plzni sběr a svoz odpadů zařizuje od září roku 2015 Čistá Plzeň, s.r.o. na základě smlouvy se statutárním městem Plzeň, které je stoprocentním vlastníkem této firmy. Společnost se stará o správu komunálního odpadu, který vzniká na území města Plzně. Její činnost zahrnuje především sběr nádob a odpadových košů, provoz sběrných dvorů a odstranění ilegálních skládek v Plzni. Hlavním směrem činnosti společnosti je vytýčen politikou města Plzně, která stanovuje základní rámec pro její operace. Kromě toho poskytuje i komerční služby v oblasti odpadového hospodářství pro jak firmy, tak občany.[9]

Další firmou zabývající se svozem odpadu jsou Západočeské komunální služby a.s. (ZKS). ZKS je společnost působící v oblasti nakládání s komunálním odpadem na západě České republiky. Tato společnost má za úkol zajistit správu a zpracování odpadu v rámci Západočeského kraje a přilehlých oblastí. Západočeské komunální služby a.s. se zabývají širokým spektrem činností, spojených s nakládáním s komunálním odpadem. To zahrnuje sběr odpadu, provoz sběrných dvorů, recyklaci, kompostování a další služby spojené s odpadovým hospodářstvím.[10]

Obě tyto firmy sváží různé typy odpadu, od komunálního odpadu z černých popelnic/kontejnerů, přes tříděný odpad jako jsou plasty, sklo, papír a kovy, tak sváží i biologicky rozložitelné odpady, obsahující organické produkty ze zahrady, trávu a listí. Stejně tak sem lze zařadit zbytky z jídelen a pekáren, společně například se šlupkami od ovoce a zeleniny. Tyto odpady lze následně využít na kompostování a využít poté jako hnojivo nebo lze tyto suroviny, a to je pro tuto diplomovou práci důležité, využít v procesu výroby bioplynu v bioplynové stanici.



## 2.6 Posuzování vlivu na životní prostředí – EIA

Cílem vyhodnocování vlivu na životní prostředí je získat informace o výsledném vlivu stavby na životní prostředí, dále tyto vlivy vyhodnotit a informovat, zda je za daných podmínek stavba realizovatelná. Posuzování vlivu stavby na životního prostředí se provádí systematickým zkoumáním, při kterém by mohla stavba porušovat některé body ze zákona 100/2001 Sb. Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí. Zjišťují se veškeré předpokládané vlivy stavby před její realizací, ty se následně podrobně popisují a vyhodnocují. EIA zkoumá například vlivy na živočichy, rostliny, půdu, vodu a veřejné zdraví. V procesu posuzování vlivů na životní prostředí jsou posuzovány hlavně stavby, komunikace, výrobní haly, a to jak nově budované, tak i jejich případné změny, tj. zvyšování kapacity, změna technologie, rozšiřování, změna vstupních surovin. Jeho cílem je zabezpečit, aby plánované projekty byly realizovány tak, aby minimalizovaly negativní dopady na životní prostředí a aby bylo zajištěno dodržování environmentálních standardů a normativů.[11]

U BPS ve Vejprnicích se bude jednat o změnu vstupních surovin pro bioplynovou stanici ze zemědělských surovin na odpadovou bioplynovou stanici. Pro tento účel bude potřeba změnit stávající technologii a zároveň navrhnout a zrealizovat nové prostory a nové technologie pro zpracování nových surovin, tj. odpadů. V tomto případě je potřeba vypracovat Oznámení o záměru, ve kterém se vypíší veškeré vlivy, které jsou spojené s realizací nové stavby. Lze sem zařadit například údaje o vstupních a výstupních surovinách, údaje o stavu životního prostředí, vliv záměru na obyvatelstvo, ale i stručný popis plánované technologie. Dalším krokem je zjišťovací řízení, které má za úkol určit, zda bude záměr posuzován v rámci úplného procesu EIA či nikoli. U BPS ve Vejprnicích bylo vypracováno v červnu 2023 „Oznámení o záměru č. PLK 2036“, které ovšem koncem října 2023 neprošlo zjišťovacím řízením. To znamená, že stávající projekt nevyhovuje podmínkám, které určuje EIA. Z toho důvodu muselo dojít k přepracování projektu a vypracování upraveného „Oznámení o záměru č. 2023089“, podaného v březnu 2024, které obsahovalo nedostatky vycházející z neúspěšného oznámení z června 2023. Toto oznámení bylo schváleno v dubnu 2024.[1]

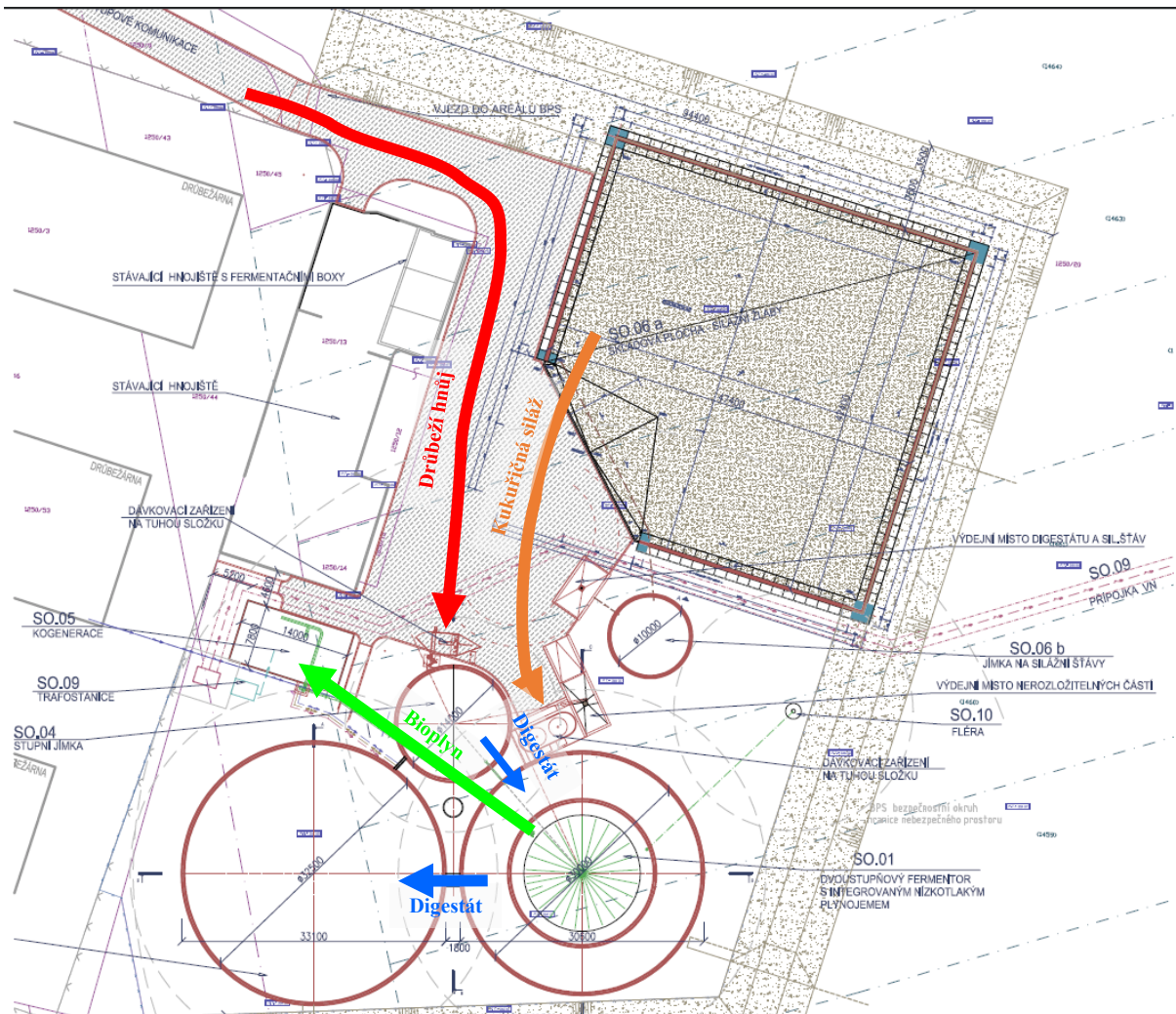
## 2.7 Analýza současných materiálových toků

Vstupní suroviny pro bioplynovou stanici je potřeba nejdříve naskladnit do prostor bioplynové stanice, protože je potřeba dodržet pravidelné dávkování surovin do obou fermentorů. Vzhledem k tomu že se firma AGRO ENERGY s.r.o. zabývá zemědělskou činností, a tedy i pěstováním vstupních surovin do bioplynové stanice, je důležité suroviny dopravit z pole a následně je řádně uskladnit, aby je bylo možné využívat po celý rok. K tomu slouží doprava pomocí traktoru a valníku a následné uskladnění do silážní jámy, kde je kukuřičná siláž uskladněna po celý rok. Drůbeží hnůj je dovážen v pravidelných intervalech, obecně každý den z drůbežárny, která je přidružena k bioplynové stanici. Travní senáž je pouze sezónní záležitost, a je sem dopravována z nedalekého města Vejprnice.

Do bioplynové stanice je potřeba dodávat vstupní suroviny každý den, aby byla udržena plynulá tvorba plynu pomocí fermentace. K tomuto účelu slouží již výše zmíněné dávkovače. Jeden má objem 18 m<sup>3</sup> a slouží k dávkování kukuřičné siláže a přímo do dvoustupňového fermentoru, druhý má objem 30 m<sup>3</sup> a slouží k dávkování drůbežního hnoje do předfermentoru. Denně je v bioplynové stanici ve Vejprnicích spotřebováno 20 tun kukuřičné siláže a 7 tun drůbežního hnoje. Podle hustoty jednotlivých vstupních surovin – kukuřičná siláž (220–250 m<sup>3</sup>/kg) a drůbeží hnůj (79–127 m<sup>3</sup>/kg) vyplývá, že siláž je potřeba navážet 5x denně a hnůj pouze 2x denně.[12]

Výsledkem fermentace je bioplyn, který je z dvoustupňového fermentoru dopravován pomocí tlakového potrubí do budovy s kogenerační jednotkou, kde dochází ke spalování bioplynu a tvorbě elektrické a tepelné energie. Elektrická energie je dodávána do sítě vysokého napětí (22kV), část vzniklého tepla je využívána pro vytápění fermentorů a administrativních budov, zbylé teplo je vypouštěno do okolí.

Na obrázku č.12 je schéma analýzy materiálových toků současné dispozice bioplynové stanice, ve kterém jsou zakresleny materiálové toky vstupních surovin – kukuřičná siláž a drůbeží hnůj a výstupního produktu – bioplyn.

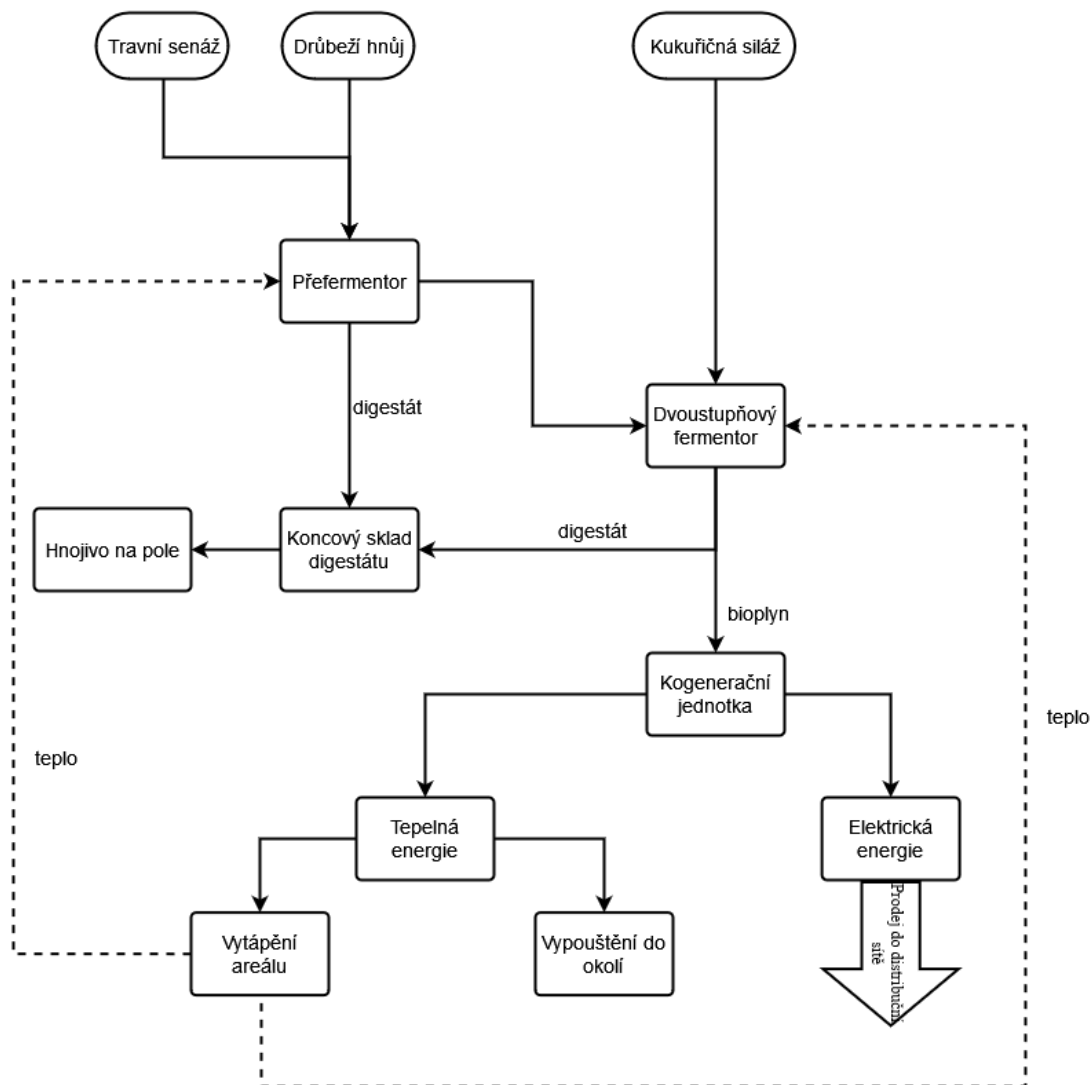


Obrázek 12 – schéma materiálových toků v areálu BPS Vejrnice[1][13]

	7 t/den
	20 t/den
	5 500 m <sup>3</sup> /den
	22,5 t/den
	5,5 t/den

### 3. Návrh manipulace s odpady a výsledným produktem

#### 3.1 Současný tok materiálu a výstupní suroviny v procesu bioplynové stanice

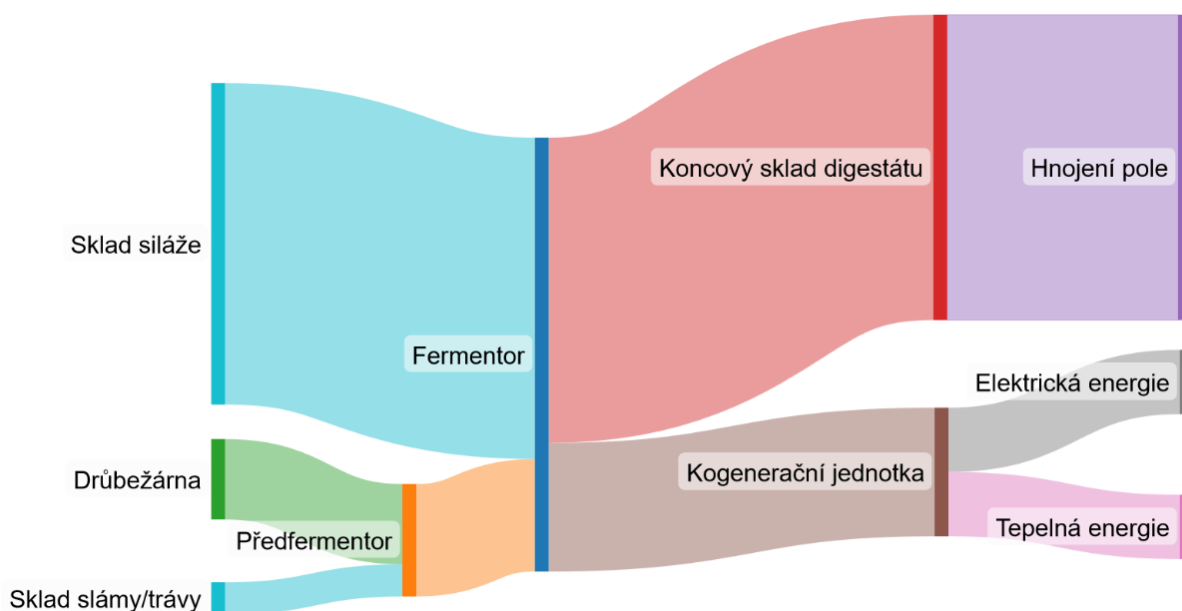


Obrázek 13 – vývojový diagram prostupu surovin přes proces BPS Vejprnice

Na obrázku č.13 je zobrazen tok vstupních surovin a výsledného produktu v procesu bioplynové stanice. Do procesu vstupují 3 hlavní suroviny, kterými jsou drůbeží hnůj, kukuřičná siláž a sezónně travní senáž nebo sláma. Do předfermentorů vstupují drůbeží hnůj společně s travní senáží, kde dochází k prvotní fermentaci, a první tvorbě bioplynu v malém množství, rozkladu těchto surovin a zároveň dochází k odstranění písku, který se do procesu dostal s drůbežím trusem. Po této úpravě a několika dnech je směs přecerpana do dvoustupňového fermentoru, ve kterém dochází k hlavnímu procesu fermentace a sběru plynu do plynoměru. Do tohoto fermentoru je dávkována hlavní surovina, tvořící největší podíl na výrobě bioplynu, a to kukuřičná siláž. V hlavním fermentoru jsou suroviny zpracovávány chemickými procesy fermentace zhruba 90 dní. Po této době se ze vstupních surovin stává, tzv. digestát, který slouží jako hnojivo na pole.

Vzniklý plyn je dopravován do kogenerační jednotky, kde je spalován a vzniká elektrická a tepelná energie. Elektrická energie je prodávána do distribuční sítě. Část tepelné energie ve formě horké vody je využívána pro vytápění areálu bioplynové stanice a pro ohřev dvou fermentorů, zbylé teplo je přes výměník tepla vypouštěno do okolí, jedná se tedy o ztrátové teplo.

Následující graf zobrazuje poměry vstupních surovin a zároveň jejich průchod jednotlivými technologickými částmi bioplynové stanice. Analýza je provedena pomocí Senkeyova digramu. Z digramu lze vyčíst, že hlavní podíl vstupních surovin tvoří kukuřičná siláž, což může ohrozit budoucí chod bioplynové stanice, a to z důvodu ubývajících osevní půdy pro tuto surovinu. Tato skutečnost je zapříčiněna tím, že majitelé firmy AGRO energy s.r.o. měli část pozemků pouze v pronájmu, který bude končit a majitelé pozemků nemají v úmyslu pronájem prodlužovat. Proto je potřeba najít náhradu za kukuřičnou senáž, jež tvoří většinový podíl vstupních surovin do bioplynové stanice. Z tohoto důvodu se jednatelé společnosti AGRO energy obrátili na firmu Johann Hochreiter s.r.o, aby bylo navrženo řešení k udržení funkčnosti bioplynové stanice, které by bylo možné zrealizovat bez zásadního zásahu do stávající technologie výroby bioplynu.



Obrázek 14 – Sankeyův diagram materiálových toků

### 3.2 Návrh nových vstupních surovin pro BPS Vejprnice

Hlavním cílem změny vstupních surovin pro bioplynovou stanici ve Vejprnicích je snaha snížení závislosti na kukuřičné senáži, kvůli již zmíněnému snižování osevní plochy ve vlastnictví majitelů bioplynové stanice. V rámci dodržení výkonu bioplynové stanice bylo ve spolupráci s firmou Hochreiter navrženy nové vstupní materiály, dostupné v okolí města Vejprnice tak, aby nedošlo ke snížení výkonu, a tedy k ušlému zisku z prodeje elektrické energie. K tomuto faktu přispívá i to, že se Vejprnice nachází vedle velkého krajského města Plzeň, které produkuje značné množství odpadů. Mezi hlavní dodavatele odpadu budou patřit firmy EKO-SEPAR, Čistá Plzeň, Západočeské komunální služby a Rumpold.[13]

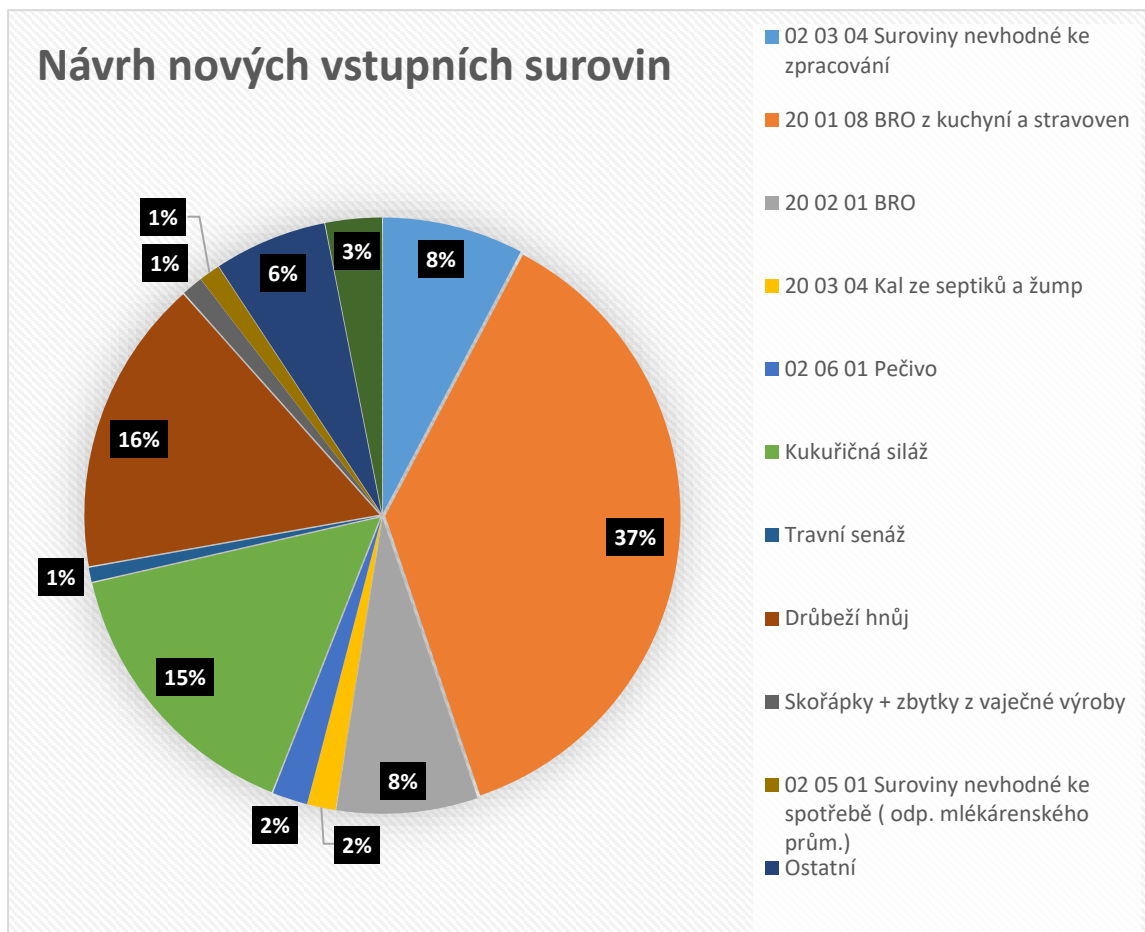
Nově navržené materiály jsou zobrazeny v tabulce č. 1, kde lze zároveň vyčíst v jakém poměru a jak často je plánováno tyto suroviny do procesu bioplynové stanice dodávat. V předběžných návrzích se také počítá s tím, že za materiály získávané od dodavatelů, nebudou provozovatelé platit, vzhledem k tomu, že se jedná o likvidaci odpadu, který by museli výše zmíněné podniky také zlikvidovat a dodáním odpadů do BPS se o likvidaci starat již nemusí.

Vstupní suroviny	Množství (t/rok)	Podíl množství (%)	Množství plynu (m <sup>3</sup> /rok)*	Výkon (kWe)
02 03 04 Suroviny nevhodné ke zpracování	1 000	8	38 500	10
19 08 05 Kaly z čištění odpadních vod	200	2	9 900	3
20 01 08 BRO z kuchyní a stravoven	4 800	38	933 120	253
20 02 01 BRO	1 000	8	120 000	33
20 03 04 Kal ze septiků a žump	200	2	9 240	3
02 06 01 Pečivo	250	2	99 663	27
Kukuřičná siláž	2 000	16	437 580	119
Travní senáž	100	1	16 320	4
Drůbeží hnůj	2 100	17	243 810	66
Skořápky + zbytky z vaječné výroby	150	1	17 556	5
02 05 01 Suroviny nevhodné ke spotřebě ( odp. mlékárenského prům.)	150	1	8 400	2
02 02 04 Kaly z čištění odp. vod v místě jejich vzniku	100	1	1 080	0
19 08 09 Směs tuků a olejů z odlučovače tuků	100	1	10 370	3
20 01 25 Jedlý tuk	100	1	35 640	10
Voda z oplachu barelů	400	3	0	0
Voda, močůvka, silážní šťávy	50	0	0	0
<b>Celkem</b>	<b>12 700</b>	<b>100</b>	<b>1 981 179</b>	<b>537</b>

Tabulka 1 – návrh nových vstupních surovin [13][1]

\* teoretická výtěžnost jednotlivých surovin na tunu vstupní suroviny, viz kapitola 2.4 obrázek č.10 – Teoretická výtěžnost surovin

**Barevně označené** vstupní suroviny je potřeba před vstupem do fermentorů upravit z důvodu možné přítomnosti pesticidů a nežádoucích bakterií jako je salmonela atd. Proto je potřeba změnit technologii skladování a úpravy surovin, kdy se v současné době žádná podobná technologie v areálu nenachází je tedy potřeba tuto technologii navrhnout. Pro zbavení se těchto škodlivých látek se využívá proces hygienizace. Tento proces spočívá v ohřátí surovin na teploty mezi 70–85 °C po dobu nejméně jedné hodiny, tím je posléze zajištěna hygienická a zdravotní nezávadnost následného produktu – hnojivo na pole.[14]



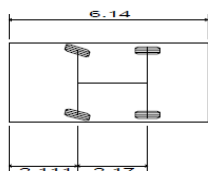
Obrázek 15 – graf využití nově navržených vstupních surovin[1]

V dosavadním rozložení vstupních surovin vypsanych v kapitole 2.4 bylo využití kukuřičné siláže přes 59 %, to v novém návrhu podařilo snížit na 15 %. Z toho vyplývá, že se snížilo riziko nedostatku vstupních surovin, při snížení počtu osevních ploch pro pěstování kukuřice. Dále je z grafu patrné, že největší podíl na vzniku bioplynu má nově navržená surovina, kterou jsou zbytky z kuchyní a stravoven, což vede k jiné výhodě, a to že nebude docházet ke zbytečnému plýtvání jídla, ale tato surovina poslouží ještě dále pro výrobu bioplynu a posléze jako hnojivo.

Nově navržené vstupní suroviny vypsané v této kapitole jsou pouze orientační. Přesné poměry a přesné složení vstupních surovin se budou odvíjet podle množství jejich vzniku a také bude záležet na dodavateli těchto surovin.

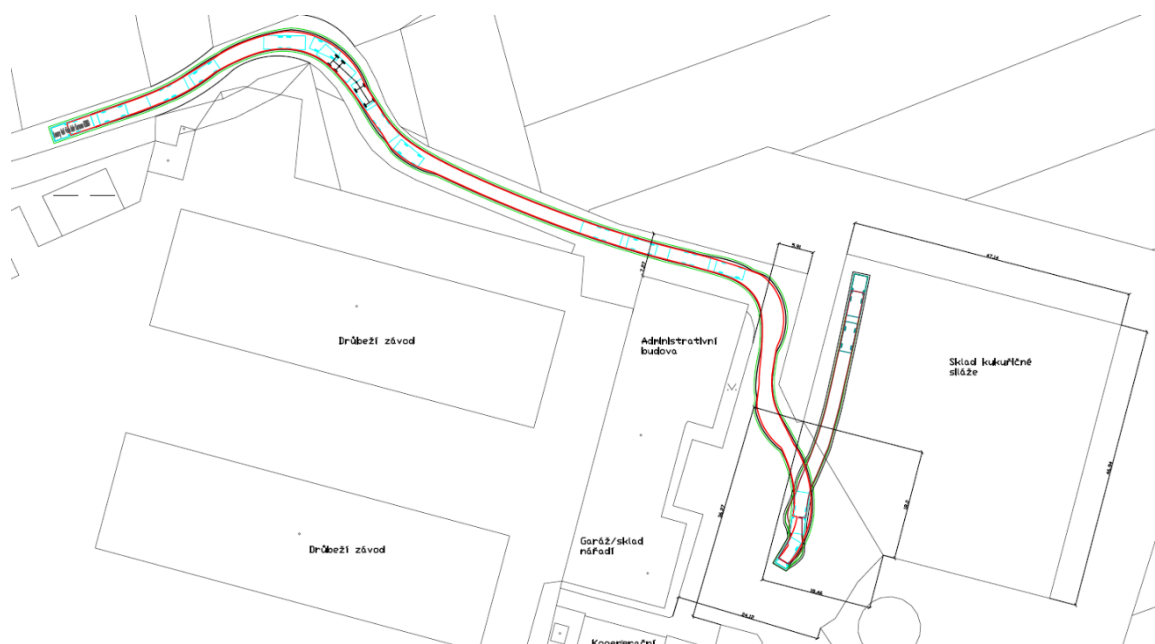
### 3.3 Manipulace s odpady v areálu BPS i mimo něj

Při analýze manipulace s odpady se zaměřím na manipulaci mimo areál, manipulaci do areálu, a nakonec samotnou manipulaci se surovinami přímo v areálu BPS. Analýza proběhne pomocí obalových křivek vozidel v AutoCAD Vehicle Tracking (jedná se o nadstavbu programu AutoCAD, která umožňuje vytvářet analýzu obalových křivek. V programu byly nadefinovány rozměry traktoru a valníku, viz obrázek 16. Byl vytvořen průjezd po komunikaci a vytvořily se obalové křivky karoserie traktoru i valníku, které slouží k určování, zda se vozidlo vejde do určité cesty nebo zda jsou navržené dopravní koridory dostačující z hlediska poloměrů zatáčení vozidel. Dalším sledovaným parametrem je pohyb karoserie případně manipulovaného materiálu. V současné době se s materiálem manipuluje pomocí traktoru s čelním nakladačem John Deer 543R, současně s přívěsným valníkem o objemu 15 m<sup>3</sup>. Pomocí valníku jsou suroviny, tedy kukuřičná siláž, naváženy po sklizni z pole přímo do areálu a zde jsou skladovány do silážní jámy. Na obrázku č. 17 je graficky vyznačena analýza obalových křivek traktoru s valníkem při příjezdu do areálu a následné zacouvání pro složení materiálu do silážní jámy.



Excavator	
Celková délka	6.140m
Celková šířka	2.440m
Celková výška karoserie	3.889m
Min. světlá výška karoserie	0.322m
Rozchod kol	2.200m

Obrázek 16 – schéma traktoru



Obrázek 17 - obalové křivky pro vjezd do areálu – současný stav

U analýzy současného stavu nebyly očekávány žádné nedostatky, i také vzhledem k tomu že byl analyzován stav, který v současné době funguje. Pouze lze zmínit, že příjezdová cesta do areálu bioplynové stanice je úzká, tedy dochází k problému, pokud se traktor s nákladem postaví do cesty parkující automobil, případně protijedoucí automobil, který se musí v tomto případě uhnout z cesty a pustit tak větší stroj.

V následující části byla provedena analýza obalových křivek vozidel dopravujících nové vstupní suroviny. Předpokládaný typ dopravního prostředku je plachtový nákladní automobil. Vzhledem k tomu, že nevíme přesně typ automobilu a také je pravděpodobné, že typů bude více, vybral jsem z katalogu AutoCAD Vehicle Tracking typového zástupce viz obrázek č. 18.



Obrázek 18 – rozměry nákladního automobilu



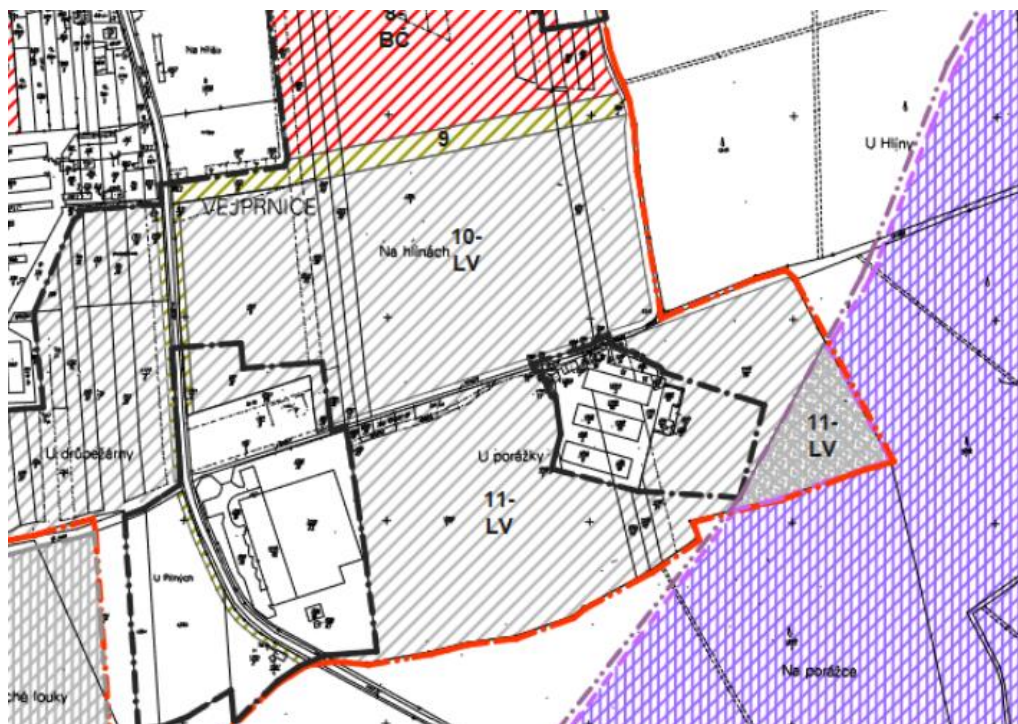
Obrázek 19 - obalové křivky pro vjezd do areálu – návrh nového dopravního prostředku

Zde v textu jsou zobrazeny pouze výstřižky a pohyb materiálu do areálu, v příloze č. 1 a 2 se nachází výkresy analýz obalových křivek.



### 3.4 Popis stávajícího generelu areálu bioplynové stanice

Objekt bioplynové stanice leží na západě České republiky v plzeňském kraji nedaleko města Vejprnice, nacházejícího se zhruba 10 km západně od krajského města Plzně. Po nahlédnutí do katastrální mapy, kterou zprostředkovává Státní správa zeměměřictví a katastru, bylo zjištěno, že objekt bioplynové stanice spadá do katastrálního území Vejprnice – kód KU.777552. Z katastrální mapy lze určit pozemky, které spadají do vlastnictví firmy AGRO energy s.r.o., ale také vlastníky sousedních pozemků nebo třeba vlastníka/y příjezdové cesty k areálu bioplynové stanice. Další potřebné dokumenty lze dohledat na webových stránkách města Vejprnice a jedná se především o územní plán, který systematicky a komplexně adresuje optimální využití území, stanovuje zásady jeho organizace a koordinuje veškerou výstavbu a další aktivity ovlivňující rozvoj dané oblasti. Tento plán vytváří podmínky pro udržení trvalé harmonie mezi přírodními, civilizačními a kulturními hodnotami v daném území. Zvláštní důraz je kladen na ochranu životního prostředí a jeho klíčových prvků, jako jsou půda, voda a ovzduší. Územní plánování funguje jako nástroj státní správy, jehož právní rámec je stanoven stavebním zákonem č. 183/2006 Sb. a dalšími příslušnými právními normami. Stavební zákon je legislativní norma, která v České republice stanovuje právní rámec pro stavební činnost a územní plánování. Jeho hlavním cílem je regulovat procesy spojené se stavbou a výstavbou, včetně stanovení postupů pro vydávání stavebních povolení, určení zásad územního plánování a zajištění souladu s ochranou životního prostředí. Stavební zákon upravuje vztahy mezi státem a občany, státem a obcemi, a také vztahy mezi jednotlivými účastníky stavebního procesu.[15]

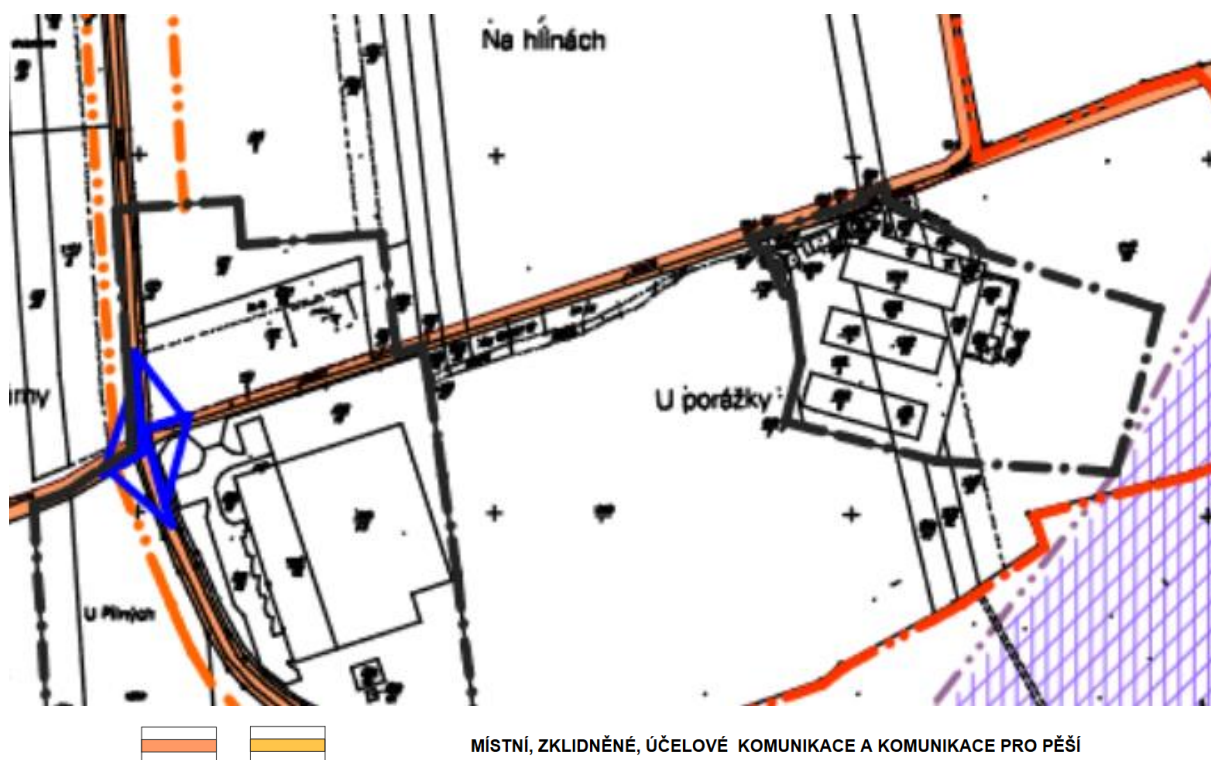


Obrázek 20 – územní plán Vejprnice[16]

	OCHRANNÉ PÁSMO VRT		HRANICE KATASTRÁLNÍHO ÚZEMÍ
	VRT MEZI OCHR. PÁSMEM - ÚZEMNÍ REZERVA		HRANICE SCHVÁLENÉHO ZASTAVĚNÉHO ÚZEMÍ OBCE
	PLOCHY TECHNICKÉHO VYBAVENÍ		HRANICE ZASTAVITELNÉHO ÚZEMÍ
	PLOCHY LEHKÉ PRŮMYSLOVÉ VÝROBY - ÚZEMNÍ REZERVA		

Na obrázku č.16 je pohled do části územního plánu města Vejprnice. Tento územní plán poukazuje na možnosti zástavby na jednotlivých pozemcích v katastrálním území Vejprnice. Pro naše účely nás nejvíce zajímá plocha 11 – LV, označena také jako „U porážky“, kde se nachází stávající bioplynová stanice. Jedná se plochy lehké výroby, do čehož spadá i provozování bioplynové stanice. Areál bioplynové stanice sousedí s ochranným pásmem s omezenou zástavbou, proto není k dispozici prostor pro rozšiřování. Z tohoto důvodu je potřeba navrhnout novou technologii pro zpracování nových vstupních surovin ve stávajících prostorech.[16]

### 3.4.1 Analýza vnějšího dopravního připojení



Obrázek 21 – územní plán Vejprnice – dopravní koridory[16]

Vzhledem k tomu, že se v průběhu této práce budu zabírat manipulací s materiály, je potřeba se podívat také na územní plán dopravních koridorů. Na obrázku č.17 je výstřižek z územního plánu, na kterém je zobrazena příjezdová cesta k bioplynové stanici. Podle územního plánu jde o účelovou komunikaci a podle zákona se jedná o místní komunikaci III. třídy a stavební stav těchto komunikací je velmi proměnlivý, od nových cest až po cesty v havarijním stavu.



Obrázek 22 – výstřižek katastru nemovitostí z katastrálního území Vejprnice[16]

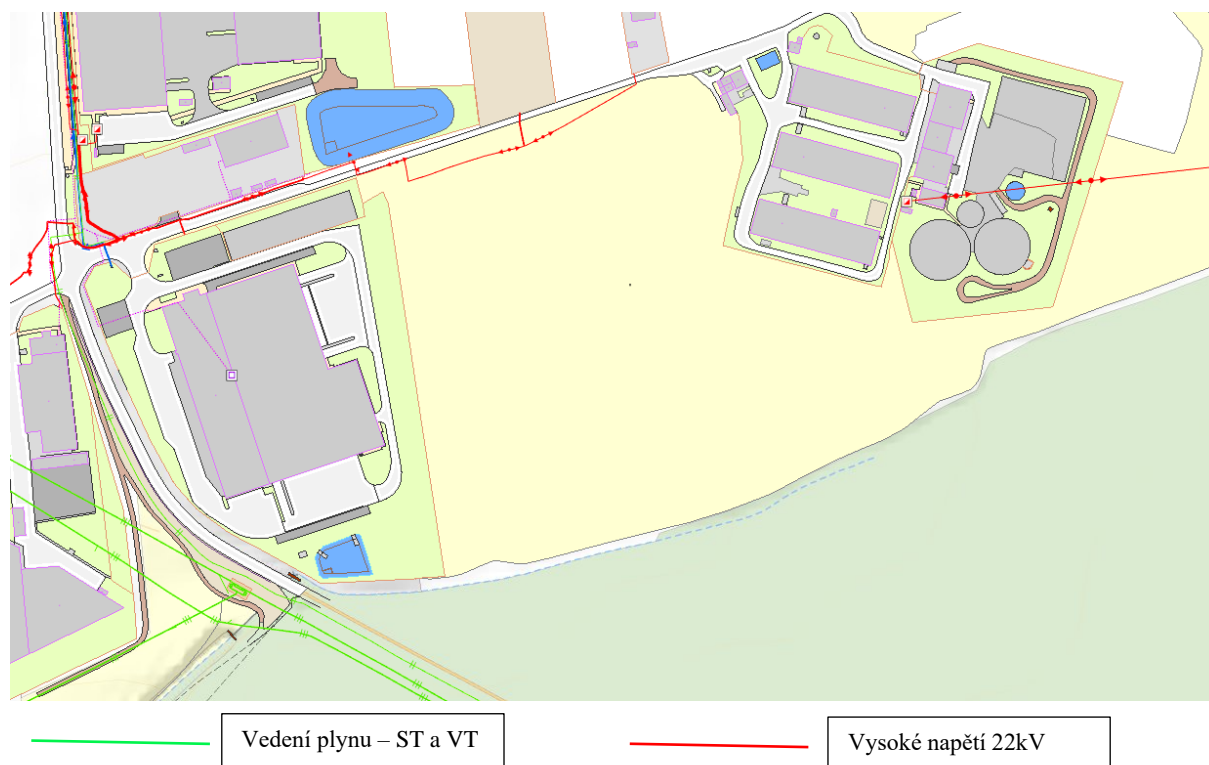
Z katastru nemovitostí bylo zjištěno, že příjezdová komunikace nemá pouze jednoho majitele, ale je rozdělena na několik malých pozemků o výměře 70–90 m<sup>2</sup>, které jsou ve vlastnictví několika právnických i fyzických osob. To znamená, že v případě nutnosti opravy komunikace, vzniká zdoluhavý proces získávání povolení od každého majitele pozemku a dále mohou vznikat spory mezi vlastníky a osobami, využívajícími tuto komunikaci. Z územního plánu vyplývá, že se jedná o územní komunikaci, která podle zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích slouží právě pro tento typ komunikace. Zákon říká: „**Účelovou komunikací se určitá cesta stává „samovolně“ ze zákona, a to v okamžiku, kdy splní všechny čtyři znaky, které zákon a judikatura pro vznik účelové komunikace stanovují.**“ [17]

Musí tedy jít o

- (1) stálou a v terénu patrnou dopravní cestu, která
- (2) naplňuje účel stanovený v zákoně, přičemž
- (3) její vlastník dal souhlas k obecnému užívání své cesty veřejností a zároveň
- (4) tato cesta naplňuje nutnou komunikační potřebu.

**Souhlas s obecným užíváním může dát vlastník cesty i mlčky neboli konkludentně.** K udělení konkludentního souhlasu postačuje pouhá nečinnost. Jestliže vlastník po dostatečně dlouhou dobu toleruje užívání svého pozemku **veřejností** k dopravním účelům a nic zjevného proti tomu nečiní, pak se má za to, že se vznikem veřejné cesty na svém pozemku souhlasí.“ [17]

V blízkosti města Vejprnice se nachází dálniční tah D5 do Plzně, dále na Prahu, a na druhou stranu směr hraniční přechod Rozvadov. Dále se zde nachází hlavní tah z Plzně na Domažlice. Tyto 2 skutečnosti přispívají k možnosti, že by nemělo docházet k problematické dodávce surovin v pravidelných intervalech, a i to pomocí větších dopravních zařízení, jako jsou nákladní automobily.



Obrázek 23 – mapa technické infrastruktury Vejprnice[16]

Na obrázku č.23 je výstřižek z digitální technické mapy Plzeňského kraje, na které jsou zobrazeny elektroenergetika, plynová potrubí a vodohospodářství. Na obrázku je vidět, že se v areálu bioplynové stanice nachází distribuční trafostanice napojená na elektrickou síť vysokého napětí. Nedaleko, cca 400 m, bioplynové stanice u hlavní pozemní komunikace III. třídy s označením 2032 se nachází vysokotlaké (VT) a středotlaké (ST) vedení plynu. Vzhledem k tomu, že v následující části této práce bude variantní řešení manipulace s výslednou surovinou, tedy bioplynem, je pro nás tato informace o dostupnosti plynového potrubí zajímavá.

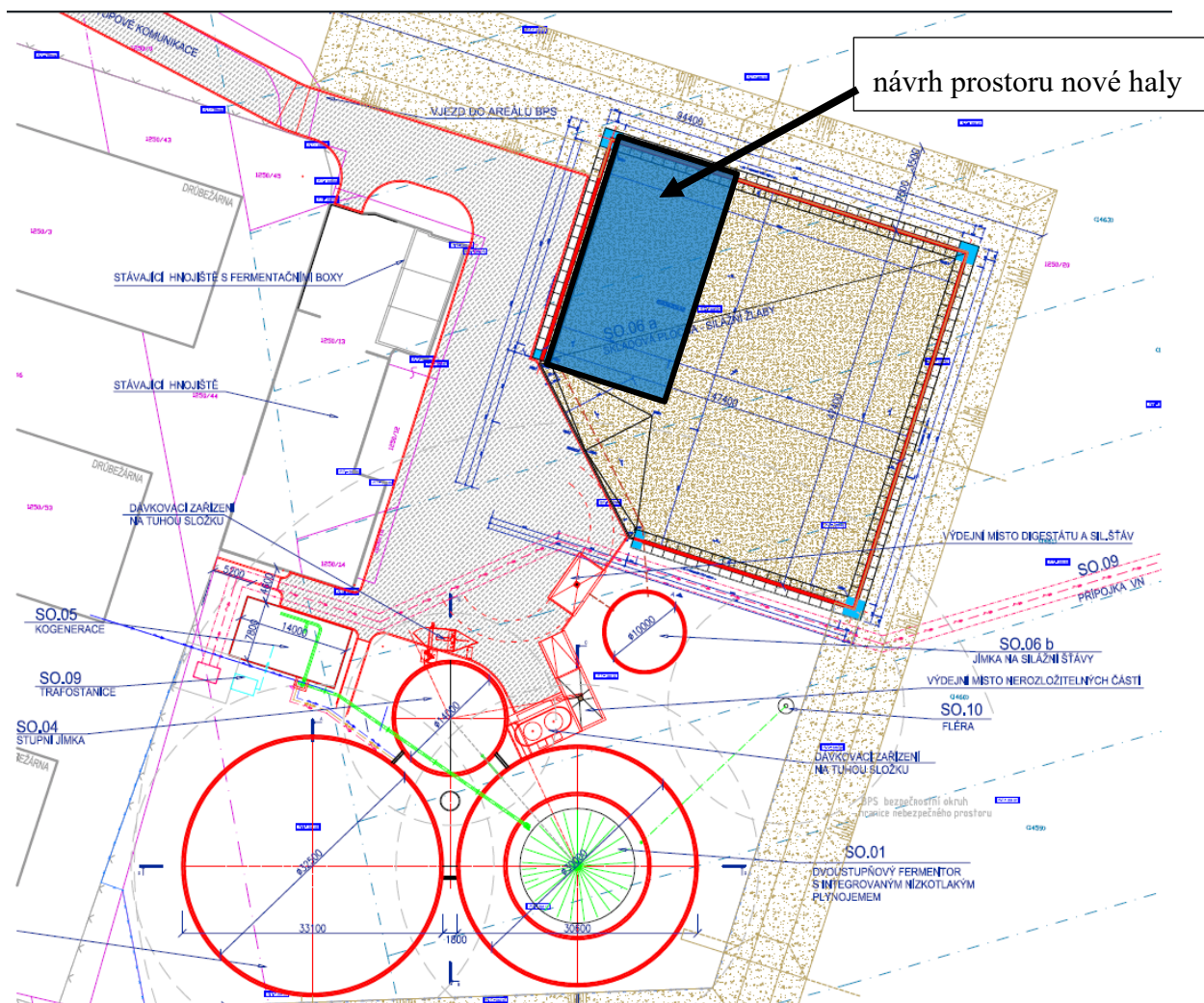
### 3.5 Návrh prostoru pro technologii zpracování vstupních surovin

Pro nově navržené vstupní suroviny popsané v kapitole 3.2 je potřeba navrhnout novou technologii jejich zpracování. Pro stávající suroviny stačila pouze venkovní silážní jáma, protože největší podíl na produkci bioplynu měla kukuřičná siláž, zbylé vstupní suroviny byly dopravovány do dávkovačů přímo z místa jejich vzniku (drůbeží trus přímo z drůbežárny a travní senáž vždy když v obci Vejprnice probíhala úprava travní zeleně). Po návrhu nových vstupních surovin je potřeba navrhnout jejich skladování, a případnou úpravu před vstupem do procesu fermentace ve fermentoru. Odpad by měl být před vstupem do fermentoru homogenizován a rozmělněn. Maximální velikost odpadu by měla být 12 mm před vstupem do fermentoru. Některé vstupní suroviny musejí být zároveň hygienizovány. Hygienizace je proces, který se používá k odstranění nebo snížení počtu patogenních mikroorganismů a choroboplodných zárodků v odpadu. Tento proces se používá k zajištění zdravotní nezávadnosti výsledného produktu a k ochraně životního prostředí, provádí se pomocí tepelné úpravy odpadu, kdy se odpad zahřeje na předepsanou teplotu a následně se udržuje na této teplotě po dobu několika hodin. Zároveň zajišťuje, že výsledný produkt je zdravotně nezávadný a může být bezpečně použit, proto je potřeba navrhnout místo, kde budou suroviny skladovány a poté navrhnout novou technologii zpracování a skladování nových vstupních surovin.

V návrhu nových vstupních surovin pracuji s variantou, že odpady budou do areálu dopravovány v 50 litrových uzavíratelných barelech. Bude tedy potřeba navrhnout skladovou plochu, která bude dobře přístupná z vnější pozemní komunikace i pro nákladní automobil, který bude s největší pravděpodobností suroviny dovážet do areálu BPS. Dále je potřeba mít sklad prázdných nádob, které se budou v areálu také čistit, z toho vyplývá, že se zde bude nacházet myčka na barely. Součástí bude také vstupní vana, která bude přečerpávat suroviny do hygienizačních a skladovacích nádrží. Pro dodržení maximální velikosti odpadů je potřeba do oběhu zařadit drtič odpadu. Ten se bude nacházet za příjmovou vanou nebo bude její součástí.

### 3.5.1 Varianta 1 – návrh prostoru

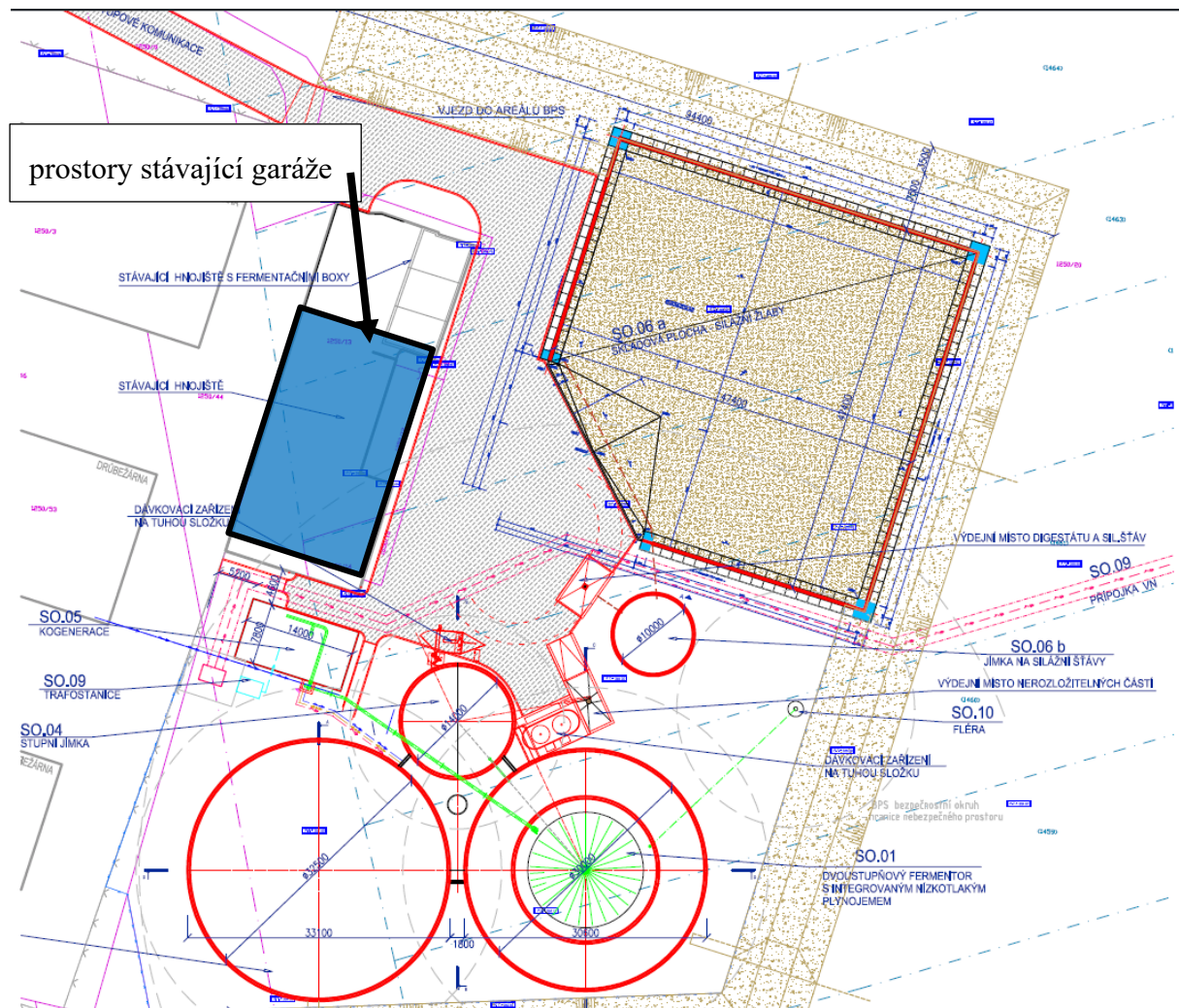
Při analýze současného generelu celého areálu BPS Vejprnice, viz obrázek č.20, bylo zjištěno že se zde nenachází dostatek volného prostoru pro výstavbu nové příjmové haly potřebné pro skladování a zpracovávání nově navržených vstupních surovin. Jednou z variant je ovšem přestavba stávající silážní plochy, což nám umožňuje skutečnost, že došlo ke snížení objemu kukuřičné siláže pro výrobu bioplynu, jak bylo řečeno výše a místo toho byly navrženy nové vstupní suroviny. Na obrázku č.20 je modrou barvou vyznačena plocha, která by byla využita pro novou halu.



Obrázek 24 – návrh nové haly

### 3.5.2 Varianta 2 – návrh prostoru

Druhou variantou, kam umístit nová technická zařízení je do některé ze stávajících budov, nacházejících se v prostoru bioplynové stanice. Při zkoumání současného generelu a po domluvě s majiteli a provozovateli BPS Vejprnice, bylo zjištěno, že se v areálu nachází zastřešená garáž, viz obrázek č. 21, která je využívána pouze zřídka například pro opravy vozidel, případně pro skladování nevyužívaných zařízení a strojů. Majitel souhlasil, že jednou z variant by tedy mohla být rekonstrukce stávající budovy garáže a vytvoření příjmového skladu nových surovin.



Obrázek 25 – přepracování stávající budovy

### 3.5.3 Porovnání variant míst pro skladování

Při hodnocení jednotlivých variant, která je vhodnější, byly brány v potaz vstupy jako velikost investice a velikost zabrané plochy, dále složitost jednání s úřady, složitost a obsáhlost projektu, ale také názor vlastníka bioplynové stanice, ke kterému se přihlíželo jako jeden z hlavních bodů při hodnocení variant.

U varianty č.1 dojde k částečnému snížení silážní plochy, úměrně ke snížení potřebného objemu kukuřičné siláže. Tato varianta by využila nově vzniklé nevyužívané plochy pro skladování siláže. Byla by potřeba výstavby nové haly, která obnáší rozsáhlejší projektovou dokumentaci, také rozsáhlejší hodnocení stavby na životní prostředí (EIA). S tím souvisí delší čas realizace a vyšší náklady na pořízení. Mezi výhody této varianty patří, že by se jednalo o samostatnou budovu, přímo postavenou pro potřebu nové technologie a došlo by tak k zachování všech stávajících objektů v areálu BPS, tak jak jsou. Nevýhodou však je větší vzdálenost od hlavního procesu bioplynové stanice (od fermentorů), tedy složitější návrh dopravy materiálu.

Varianta č. 2 počítá s přestavbou stávající budovy, využívané v současné době jako garáž. U této varianty by nebyla nutnost měnit generel stavby a došlo by k zachování všech stávajících budov a technických zařízení. Nevýhodou pro variantu č. 2 je omezení prostoru pro novou technologii, která se musí vejít do stávajících prostor garáže. Další nevýhodou je zrušení garáže, a tedy možnosti parkování vozidel v uzavřené budově, současně dojde ke snížení prostor pro skladování zemědělské techniky, která bude muset být skladována jinde, případně na venkovním prostoru. Na druhé straně, pro rekonstrukci mohou být některé části stávajícího projektu již schváleny a nemusí být nutné je znovu posuzovat z hlediska životního prostředí.

Tabulka 2 – srovnání variant umístění technologií

	Váha	Varianta 1	Varianta 2
Investiční náklady	3	4	2
Možnost využití prostoru	5	4	1
Velikost vzniklého prostoru	1	1	3
Vzdálenost od procesu	4	4	2
Navážení surovin	4	1	4
Hodnocení EIA	2	4	2
Součet	$\Sigma$	61	42

Pro srovnání variant byla využita srovnávací tabulka, ve které byla zvolena hodnocená kritéria. Ke každému parametru byla přiřazena váha podle toho, které kritérium je pro nás nejdůležitější. Následně byly obě varianty posouzeny z hlediska hodnocených kritérií od 1 do 5, kde 1 je nejvhodnější varianta a 5 nejméně vhodná varianta. Mezi hodnocené parametry byly zařazeny investiční náklady, možnost využití potřebného prostoru, velikost vzniklého prostoru, vzdálenost prostoru od hlavního procesu bioplynové stanice, a nakonec hodnocení vlivu stavby na životní prostředí EIA. Nejvhodnější varianta vyjde ze součtu jednotlivých kritérií vynásobených jejich váhami.

Při porovnávání variant z hlediska **investičních nákladů** bylo třeba si uvědomit, že potřebná technologie na zpracování nových surovin, bude u obou variant stejná, tudíž se v tomto případě hodnotí pouze investice na výstavbu nové haly, případně na rekonstrukci stávajícího objektu. Na výstavbu nové budovy je potřeba více finančních prostředků, ovšem vzhledem k tomu že je potřeba podle hodnocení EIA do projektu zakomponovat biofiltr, musí obě varianty být uzavřené. Tato skutečnost není složitá u nové stavby, která by byla projektována přímo pro tento účel. Na druhou stranu stávající budova garáže je pouze zastřešena a bylo by potřeba tuto část budovy zavřít, aby nemohl unikát zápach ven.

Dalším kritériem je **možnost využití stávajícího prostoru** v areálu bioplynové stanice. Jak bylo zmíněno dříve, v areálu bioplynové stanice se nenachází dostatečně velký volný prostor pro stavbu nové haly. Hodnotí se tedy možnosti využití stávajících prostor nebo ploch z pohledu, která varianta lépe využije stávající prostory navržené v areálu BPS.

**Hodnocení velikosti vzniklého prostoru** slouží k porovnání variant z hlediska využití prostor pro stávající technologii. Při návrhu nové haly, bude hala stavěna na míru pro navrženou technologii, tudíž budou prostory optimalizovány pro novou technologii. U druhé varianty, tedy u rekonstrukce stávající budovy už musíme počítat s rozměry stávající budovy, a tedy navrhovat technologii do stávajících prostor, a to i z hlediska velikosti technologií a možnosti, jejich rozmístění a jak danou technologii do budovy dostat bez bourání (velikost vstupních vrat/dveří).

Jedním z posledních hodnocených kritérií je **vzdálenost technologií od procesu fermentace** ve fermentoru a s tím související návrh manipulace s materiálem. U tohoto kritéria je důležité přemýšlet nad možností umístění materiálových tras, v tomto případě potrubí z nádrží do fermentoru. Hodnotí se tedy vzdálenost, ale také možnosti umístění potrubí v areálu bioplynové stanice tak, aby nepřekáželo stávajícím materiálovým tokům pomocí traktoru.

Důležitým parametrem je také **složitost navážení vstupních surovin** do areálu. Zde se hodnotí možnosti manipulace s nově navrženými surovinami do areálu a také přímo do budovy zpracování surovin. Výhodou celého areálu je již navržený prostor pro manipulaci s těžkou technikou, jako je traktor. Tudíž by neměl být problém ani s manipulací kamionu.

Posledním hodnoceným kritériem je složitost **hodnocení vlivu stavby na životní prostředí EIA**, která je složitější a nákladnější pro novou stavbu než pro rekonstrukci stávajícího objektu.

Z hodnocení výše zmíněných kritérií pro 2 varianty možného místa zpracování vstupních surovin nám pomocí tabulky č. 2 vyšla jako vhodnější varianta č. 2. Tato varianta počítá s rekonstrukcí stávající budovy garáže. Při porovnání variant nebylo počítáno s kritériem subjektivního názoru investora, aby nedošlo k ovlivnění výsledku jeho názorem na investiční projekt. Ovšem vybraná varianta č. 2 je ve výsledku totožná s přáním investora.



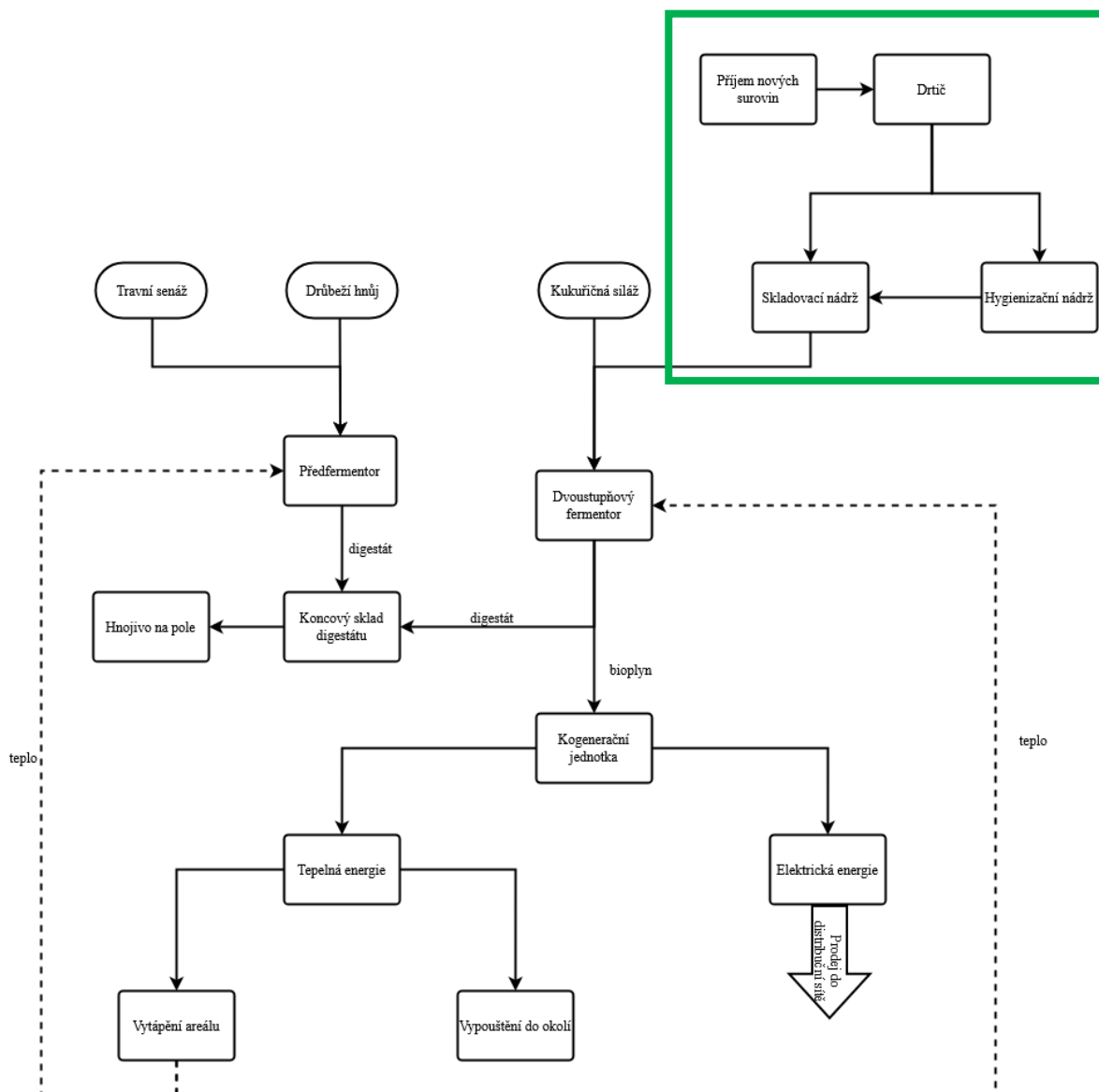
### 3.6 Návrh technologie zpracování nových vstupních surovin

V kapitole 3.2 proběhl návrh nových vstupních surovin pro bioplynovou stanici ve Vejprnicích. Pro některé vstupní suroviny není současný stav zpracování vstupních surovin připraven, je proto tedy potřeba navrhnout potřebné technologie, vybrat vhodná zařízení a následně poskládat celý systém od příjmu, potřebných procesů zpracování surovin přes skladování po určitou dobu až po navržení jak a pomocí čeho se bude se surovinami manipulovat v celém procesu jejich zpracování až po dopravu do procesu bioplynové stanice, tedy do fermentoru. Vzhledem k tomu že se do současné doby využívala jako hlavní surovina kukuřičná siláž, bylo pro ni vytvořeno skladovací místo, silážní jáma. Nové vstupní suroviny je potřeba skladovat v uzavřeném prostoru, z důvodu zamezení úniku možného zápachu ze skladování těchto surovin a část z nich vyžaduje speciální ošetření, hygienizaci, z důvodu odstranění možných bakterií.

- 02 03 04 Suroviny nevhodné ke sp.
- 19 08 05 Kaly z čištění odpadních v.
- 20 01 08 BRO z kuchyní a strav.
- 20 02 01 BRO
- 20 03 04 Kal ze septiků a žump
- 02 06 01 Pečivo
- Kukuřičná siláž
- Travní senáž
- Drůbeží hnůj
- Skořápky + zbytky z vaj. vyr.
- 02 05 01 Suroviny nevhodné ke sp.
- 02 02 04 Kaly z ČOV
- 19 08 09 Směs tuků a olejů
- 20 01 25 Jedlý tuk
- Voda z oplachů barelů
- Voda, silážní šťávy

Kukuřičná siláž, travní senáž a drůbeží hnůj se budou i nadále skladovat na stejném místě a jejich manipulace bude v budoucnu probíhat stejně jako v současné době. A to tak, že kukuřičná siláž se bude v menším množství skladovat na současné skladové ploše, travní senáž se bude stále navážet pouze sezónně po úpravě zelených ploch v okolí areálu BPS a ve městě Vejprnice. Drůbeží hnůj bude také stále navážen z nedaleké drůbežárny přímo do jednoho dávkovacího zařízení.

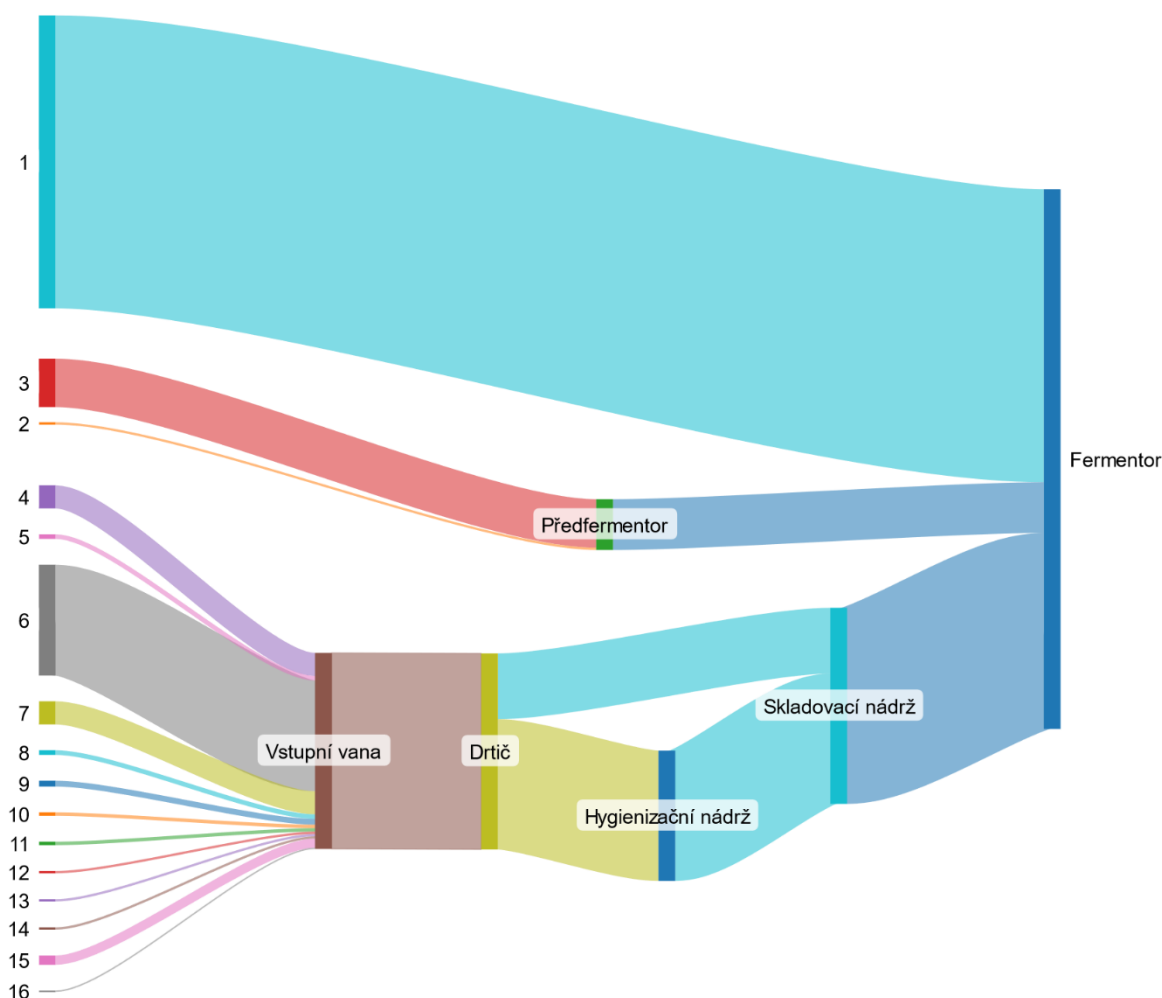
Ostatní suroviny jsou nové a vyžadují tedy nové skladovací prostory a zařízení pro jejich zpracování. Speciální zacházení platí zejména pro výše označené suroviny, které je potřeba hygienizovat. Pro tento proces je důležité suroviny homogenizovat na stejně velké kusy o maximální velikosti 12 mm. Z toho vyplývá, že v procesu se bude muset nacházet drtič odpadu. Vzhledem k tomu že se odpad bude dovážet v barelech, je potřeba dostat odpad z barelů ven, k tomuto může sloužit výkonné ponorné čerpadlo nebo příjmová vana. Dále budou potřeba hygienizační nádrže, ve kterých bude probíhat samotná hygienizace. Tyto nádrže budou současně doplněny o skladovací nádrže, které budou zajišťovat stálý přísun již upravených surovin do fermentoru. Veškeré tato zařízení budou doplněna o systém potrubí se šoupátky a čerpadly, sloužící pro manipulaci se surovinami mezi jednotlivými technologiemi a do fermentoru.[1]



Obrázek 26 – upravený vývojový diagram BPS Vejprnice s novými surovinami

Při plánované změně vstupních surovin pro bioplynovou stanici nedojde ke změně procesů a materiálových toků při průchodu surovin procesem bioplynové stanice. Ke změně dojde pouze na začátku procesu u vstupních surovin, viz obrázek č. 26. Všechny ostatní procesy zůstanou stejné jako u současného stavu. Náplní této práce současně není zvyšování efektivity procesů fermentace, zvyšování výroby bioplynu, ale pouze manipulace s materiály a jejich následné využití.

Detailnější přehled vstupních surovin a jejich objemy jsou zobrazeny na obrázku č. 27, který ukazuje plánovaný postup surovin při jejich dovozu a následném zpracování. Tento graf zobrazuje pouze manipulaci a zpracování surovin do fermentoru, protože jak bylo zmíněno výše, dále je technologie stejná a nebude se měnit.



Obrázek 27 – Sankyův diagram pro nové suroviny[1]

1 – Kukuřičná siláž	9 – 02 06 01 Pečivo
2 – Drůbeží hnůj	10 – Skořápky + vaječné zbytky
3 – Travní senáž	11 – 02 05 01 Odpad mlékárenského pr.
4 – 02 03 04 Suroviny nevhodné ke sp.	12 – 02 02 04 Kaly z ČOV
5 – 19 08 05 Kaly z čištění odpadních vod	13 – 19 08 09 Směs tuků a olejů
6 – 20 01 08 BRO z kuchyní a stravoven	14 – 20 01 25 Jedlý tuk
7 – 20 02 01 BRO	Voda z oplachu barelů
8 – 20 03 04 Kaly ze septiků a žump	Voda, silážní šťávy

Z grafu na obrázku č. 27 je patrné, že návrh zpracování surovin počítá s tím, že se budou suroviny dávkovat ve dvou dávkách, jedná část budou suroviny, které není potřeba hygienizovat a tak jdou přes drtič, který sjednotí velikost fragmentů odpadu, přímo do skladovací nádrže. Druhá část surovin, u kterých je potřeba hygienizace, projdou také přes drtič, ale tentokrát do hygienizační nádrže, kde musí zůstat určitou dobu při vyšší teplotě, aby proběhla hygienizace. Poté se suroviny přemístí také do skladovacích nádrží odkud budou společně dávkovány do procesu bioplynové stanice, tedy do fermentoru. Manipulace se surovinami z fermentoru je stejná jako v současném stavu, který je popsán v kapitolách výše, tudíž není potřeba ho zde popisovat znovu.

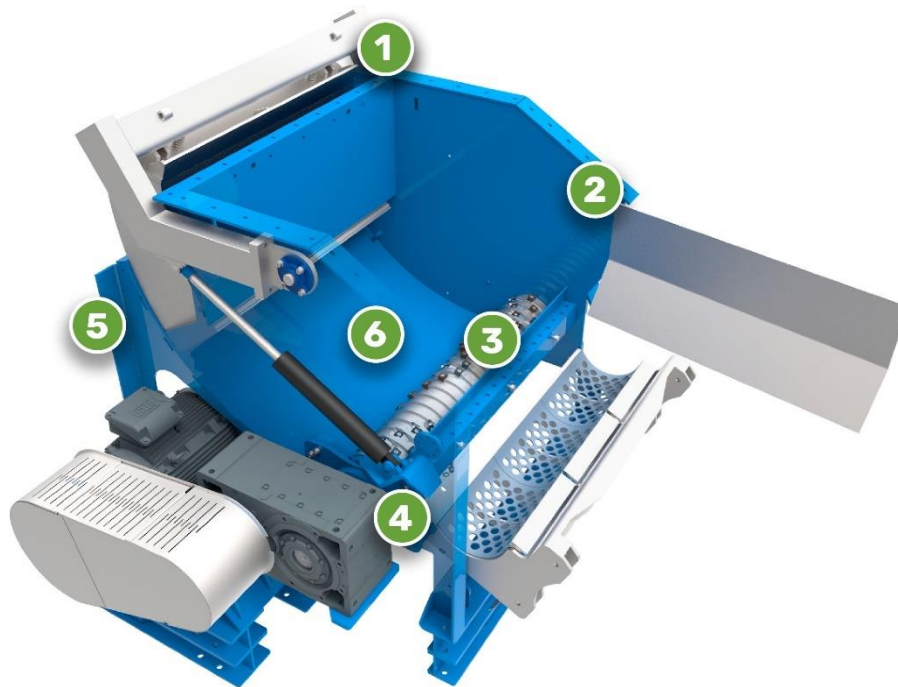
### 3.6.1 Zařízení na zpracování surovin

Po konzultaci s technologií z firmy Hochreiter byla provedena rešeršní činnost ohledně možností využití jednotlivých technologií a zároveň proběhla snaha kontaktovat některé dodavatele technologií ohledně informací k jejich portfoliu, možností dodání jednotlivých technologií nebo případného celku technologie, a proběhl i dotaz na případnou finanční zátěž jednotlivých zařízení. Celkově bylo vytipováno několik firem, zabývajících se dodáváním technologií vhodných pro účel této práce. Některé dodávají části technologií, některé nabízejí již sestavy více zařízení do sestavy a některé nabízejí technologii tzv. „na klíč“ – navrženou technologii přesně pro potřeby projektu.

- **Vstup surovin**

Pro vstup surovin do procesu jejich zpracování byly vytipovány technologie od firmy Norsk Biogass a.s., která dodává vstupní vany s integrovaným drtičem, další variantou jsou čerpadla od firmy Kovoděl Janča s.r.o. využívající podtlaku pro nasávání surovin. Poslední vytipovanou variantou je Vogelsang CZ s.r.o. která dodává drtiče, případně celé sestavy zpracování surovin i se vstupní vanou a čerpadly.

#### Optima 154/204 Universal shredder



1. Dávkovač
2. Servisní dvířka
3. Rotor
4. Ložiska
5. Rám
6. Řezací komora

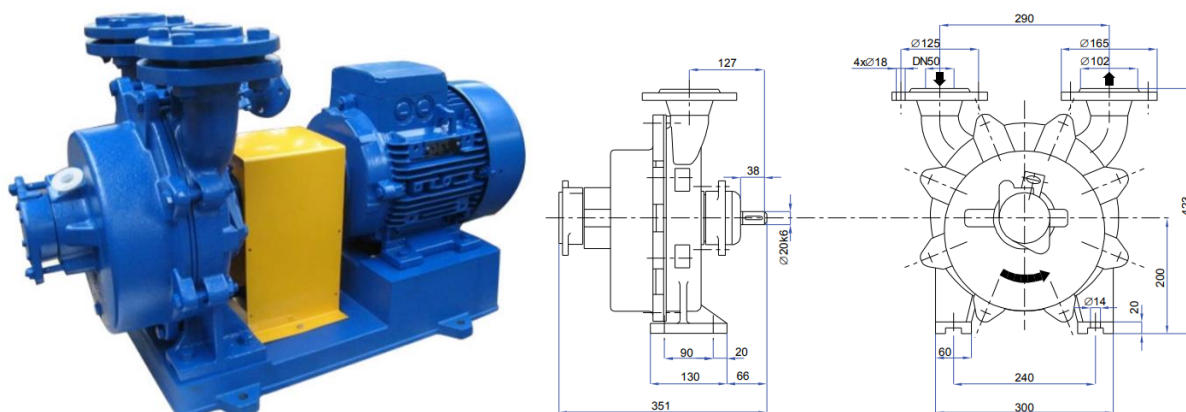
Obrázek 28 – Optima 154/204[18]

Univerzální drtič odpadu od firmy Norsk Biogass je využíván pro drcení různého odpadu od biologicky rozložitelného, přes plasty až po např. dřevo. Toto zařízení umožňuje zpracování materiálu o velikosti od **8 do 150 mm**, přičemž předpokládáme, že bude dostatečné pro naše potřeby, protože očekáváme různorodé velikosti vstupních surovin. Kapacita tohoto zařízení činí 16 – 24 m<sup>3</sup>/hodinu. U tohoto zařízení dodavatel nezaručuje maximální velikost výstupní suroviny, bylo by potřeba tedy do sestavy dodat další zařízení pro dosažení maximální velikosti drcených surovin 12 mm. Mohlo by se jednat o macerátor, který slouží k jemnějšímu drcení.[18]

Rozměry	Vstup	Napájení	Rotor	Zuby	Hmotnost
A1: 1,460 mm A2: 2,930 mm	1.500 x 1.300 mm	55-75 kW	1.500 x 400 mm	66	6,5 tuny

Tabulka 3 – technická data Optima 154/204[18]

### Podtlaková vývěva RV 558



Obrázek 29 – podtlaková vývěva RV 558[19]

Firma Kovoděl se primárně zabývá dodáváním technických zařízení pro lihovary, pivovary a vinice. S tím souvisí výběr této technologie pro účel této práce, kde bude docházet ke zpracování hlavně surovin potravinářského směru. Tato technologie by zjednodušila manipulaci s plnými barely odpadu – dochází k vysávání obsahu barelu pomocí hadice/trubky. Nevýhodou však je nutnost implementace dalšího zařízení a to drtiče, který zde není součástí. Jednalo by se tedy o přidání dalšího zařízení, ale při rozměrech tohoto by nebyl problém s prostorem. [19]

Tabulka 4 – technická data vývěva RV 558[19]

Maximální průtok	Napájení	El. příkon	Výkon vývěvy	Maximální absolutní tlak	Hmotnost
2 004 l/min	400 V	4,01 kW	5,5 kW	5 kPa	185 kg

## Drtič XRL186

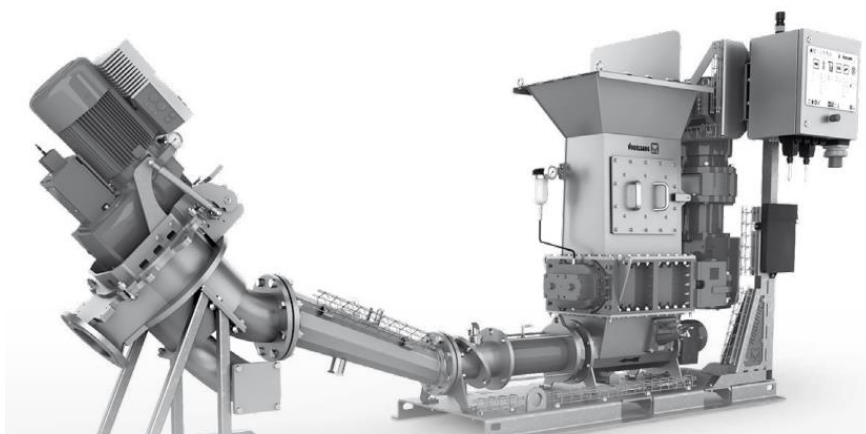


Obrázek 30 – drtič XRL186[20]

Drtič XRL186 z řady výrobků společnosti Vogelsang je všestranným zařízením v jejich nabídce. Je ideální zejména pro středně velké a velké průtoky s maximálním výkonem dosahujícím 60 m<sup>3</sup>/h. Bez problémů zpracovává organické materiály, jako jsou kosti, střeva a vepřová kůže. Součástí tohoto zařízení je vstupní vana pro vstup surovin, dále je osazeno drtičem a případně lze modifikovat i o další technologie jako jsou pumpy pro dopravu surovin nebo doplnění o jemný drtič/macerátor, sloužící k dosažení potřebných malých kusů materiálu pro následné zpracování.[20]

Tabulka 5 – technická data XRL186[20]

Maximální průtok	Šířka zubů	Výkon	Rozměry	Vstup
60 m <sup>3</sup> /h	6 – 32 mm	11 - 22 kW	1250 x 880 mm	780 x 445 mm



Obrázek 31 – ukázka možné modifikace XRL186[20]

**Tabulka 6 – srovnávací tabulka**

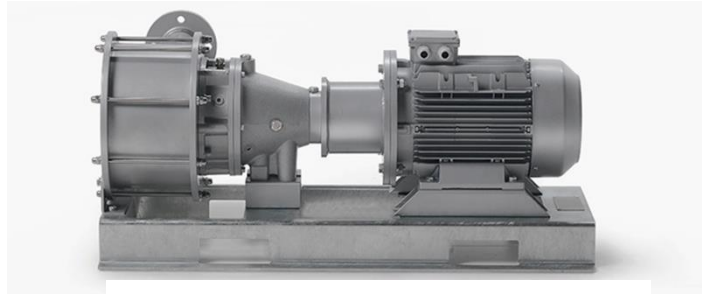
	Váha	Optima 154/204	Vývěva RV 558	Drtič XRL 186
Zpracování surovin	4	2	5	1
Dostupnost vstupu	3	3	2	3
Maximální výkon	2	2	4	1
Variabilita vstupních surovin	6	1	3	1
Modifikovatelnost zařízení	5	2	4	1
Zástavbový prostor	1	2	1	3
Kompatibilita s dalším příslušenstvím	7	2	3	1
Součet	∑	53	94	36

V porovnávací tabulce č. 6 byly porovnány 3 varianty pro vstup nových surovin pro jejich následné zpracování. Varianty byly porovnávány z hlediska zpracování surovin, zda daná technologie umožňuje alespoň částečné zpracování přímo. Dále jaká je přístupnost vstupního otvoru pro suroviny do zařízení. Porovnával se i maximální výkon a zástavbový prostor každého zařízení. Jedním z nejdůležitějších kritérií je variabilita vstupních surovin a případná následná kompatibilita s dalšími zařízeními, které by mohlo být potřeba. Porovnávalo se také jaké jsou možnosti modifikací jednotlivých zařízení. Nebylo možné porovnávat cenu zařízení, protože nebyly poskytnuty dostatečné materiály od dodavatelů.

Z tabulky vyšel nejvýhodněji drtič XRL 186 od firmy Vogelsang. Firma dodávající tento drtič dodává technologie zvlášť, ale doporučují počítat v projektu již se sestavou několika technologií. Příklad modifikovaného drtiče do sestavy RedUnit je na obrázku č. 31. V této sestavě se nachází již zmíněný drtič se vstupní vanou, šnekovým čerpadlem CC44 a zároveň také macerátorem RotaCut, který umožňuje drtit zbylé větší kusy na potřebných 12 mm. Velikost kusů lze určit pomocí měnitelného síta v macerátoru, velikostní řada RotaCut – 8–20 mm.

### • Macerátor

Při rešerši jsem narazil na firmu BioBANG, která se zabývá dodáváním speciálních drtičů neboli macerátorů, které drtí materiálovou složku na menší kusy a zároveň zpracovávají suroviny v průběhu ohřívá, z čehož vyplývá výhoda tohoto zařízení – v jednom procesu drtí a zároveň hygienizuje. Současně dodavatel udává, že při použití macerátoru při procesu zpracování surovin dojde ke zvýšení produkce bioplynu. Na obrázku č. 32 je zobrazen příklad macerátoru od firmy BioBANG s výkonem 11kW za 15-20000 Euro, který je vhodný pro bioplynovou stanici s výkonem 700kW.[21]



Obrázek 32 – BioBANG macerátor [21]

- **Skladování a hygienizace**

Po příjmu surovin a prvotním zpracování je potřeba část surovin uskladnit a u části surovin provést nutnou hygienizaci. Proto je potřeba navrhnout skladovací a hygienizační nádrže. Mezi dodavatele hygienizačních zařízení lze zařadit firmy Tewe Elektronik, Landia nebo BioG GmbH. Všechny výše zmíněné firmy dodávají hygienizační zařízení a zároveň umožňují objednání dalšího příslušenství jako jsou míchadla do nádrží, čerpadla nebo čerpadla s drtičem.

### **BioG GmbH trubková hygienizace**

Technologie hygienizace od firmy BioG se zakládá na kontinuálním procesu hygienizace pomocí koncepce dvou trubek v sobě. V jedné trubce prochází zpracovávaný materiál a ve druhé prochází teplo generované v kogenerační jednotce. Princip hygienizace zde funguje podobně jako u výměníku tepla. Společnost navíc uvádí, že se rozhodla pro tuto metodu hygienizace z důvodu neúspěchu u předchozí verze, kde docházelo k vytváření pěny během hygienizace. Současně tvrdí, že nyní již nedochází k tvorbě pěny. Proces hygienizace probíhá při teplotě 70 °C po dobu 1 hodiny. Poté se materiál přesouvá do skladovacích nádrží, případně přímo do fermentoru. Na obrázku č. 33 je zobrazena technologie trubkové hygienizace od firmy BioG použitá v praxi.[22]



Obrázek 33 – Trubková hygienizace BioG[22]



### **TEWE elektronik hygienizační nádrž**

Na rozdíl od firmy BioG dodává firma TEWE hygienizační nádrže o různých objemech od 5 m<sup>3</sup> po 25 m<sup>3</sup>. Nádrže jsou vyráběny z nerezové oceli 1.4571, jsou izolovány minerální vlnou a opláštěny nerezovým pláštěm. Každá nádrž je vybavena topnou spirálou po vnitřním obvodu a je přímo ve styku se zpracovávaným materiálem pro lepší přenos tepla, dále jsou nádrže osazeny nerezovým středovým míchadlem. Nádrže jsou zároveň osazeny vážicími senzory, což usnadňuje řízení procesu plnění a vyprazdňování. Jedním z hlavních zaměření této firmy je elektronika, tudíž dodávají také celé systémy kontrol, systémy řízení a elektrické vybavení se zaručeným servisem těchto zařízení. Na obrázku č. 34 jsou zobrazeny hygienizační nádrže od firmy TEWE společně se systémem potrubí a čerpadla, doplněné o elektroniku.[23]

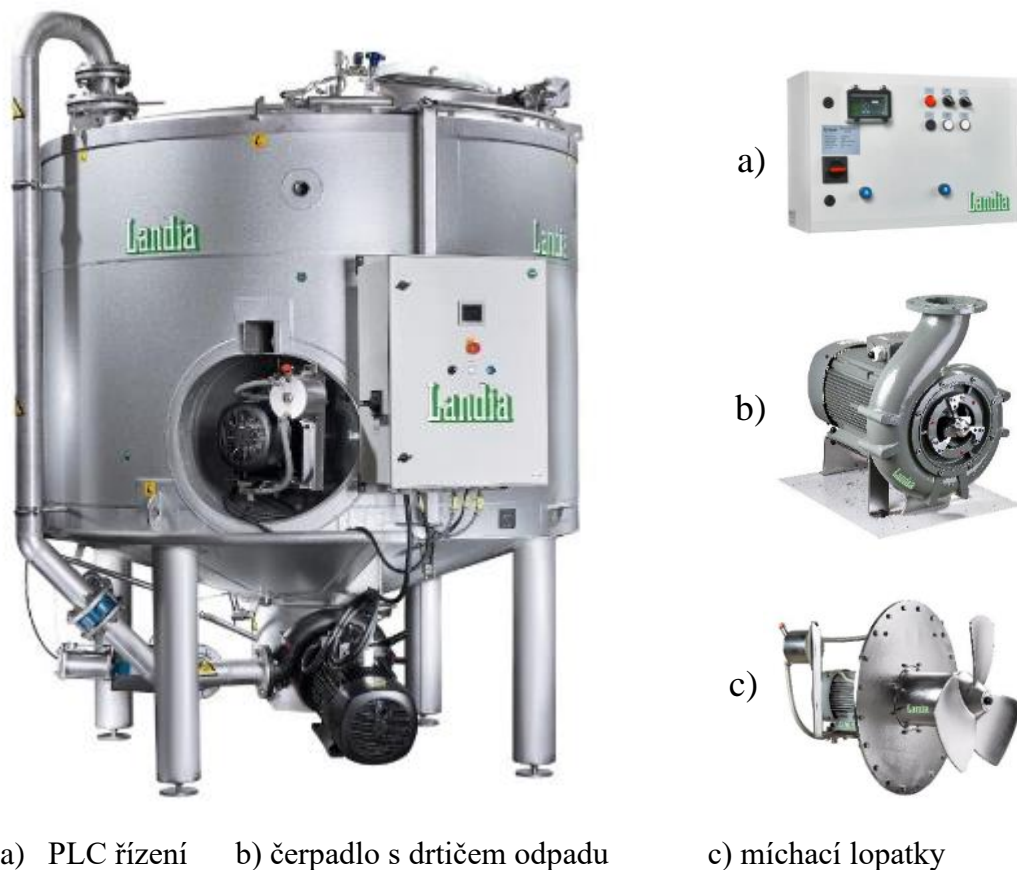


Obrázek 34 - hygienizační nádrž od firmy TEWE[23]

Firma TEWE současně nabízí také řešení celého projektu bioplynové stanice, od dávkovacích zařízení pevné složky, přes fermentory, čerpadla, separátory pevných složek odpadu až po potrubí, čerpadla, ventily, řídicí systém a skladovací nádrže na bioplyn a zbytkový digestát.[23]

### Landia hygienizační nádrž

Podobně jako TEWE elektronik dodává Landia hygienizační nádrže od 2,5 m<sup>3</sup> po 25 m<sup>3</sup>. Nádrže jsou vyráběny ze dvou možných materiálů, nerezová ocel AISi 304 nebo AISi 316. Nádrže je osazena spirálovou trubkou, kterou protéká teplá voda z kogenerační jednotky pro ohřev materiálu uvnitř nádrže a spuštění procesu hygienizace. Teplota vody je cca 85°C a materiál musí v nádrži zůstat po dobu alespoň 1 hodiny. Nádrže jsou zároveň osazeny ponornými nebo bočními míchacími lopatkami, sloužícím k míchání surovin uvnitř nádrže. Dále mohou být nádrže doplněny o čerpadla, která jsou současně využívána jako drtič odpadu, pro dosažení potřebné velikosti odpadu před samotnou hygienizací. K celému tomuto systému dodává také firma Landia vlastní PLC systém řízení všech těchto zařízení, od samostatného řízení až po kontrolu a možnost vzdáleného připojení přes TeamViewer. Firma Landia zároveň poskytuje technologii pro fermentor pro zlepšení kvality vznikajícího bioplynu GasMix až o 12%. [24]



Obrázek 35 – hygienizační nádrž od firmy Landia [24]

Nejmenší hygienizační nádrž (2,5m<sup>3</sup>) se pohybuje kolem 60 000 €, až po největší (25m<sup>3</sup>) za 110 000 €. Přídavné ponorné nebo boční míchací lopatky stojí cca 10 000 € a čerpadlo s drtičem 8 000 €. Pokud bychom chtěli kompletní systém hygienizační nádrže s ponornými míchacími lopatkami, čerpadlem s drtičem a komplexním řídicím PLC systémem, je cena cca 80 000 – 130 000 € podle velikosti nádrže. V ceně je započtena i práce na instalaci na místě a uvedení do provozu. [24]

### **Skladovací nádrže**

Současně s hygienizačními nádržemi jsou potřeba i nádrže pro skladování již upraveného materiálu, pro pravidelné dávkování surovin do fermentoru. Výše zmíněné firmy dodávající hygienizační zařízení se nespécializují na dodávky skladovacích nerezových nádrží. Proto byla provedena rešerše a hledání dodavatelů, vyrábějících nerezové nádrže vhodné pro chemický nebo potravinářský průmysl. V České republice jsou to například Kovo Janči nebo Pacovské strojírny. Tyto firmy se zabývají zakázkovou výrobou nerezových nádrží na míru, pro potřeby zákazníka.[25][26]



Obrázek 36 – příklad nádrže od Kovo Janči[25]



Obrázek 37 - - příklad nádrže od Pacovské strojírny[26]

Obě firmy dodávají nerezové nádrže válcového tvaru, většinou s kuželovým nebo klenutým dnem, pro lepší vyprazdňování nádrží. Nádrže jsou většinou osazeny pojistnými ventily a tlakoměry pro hlídání tlaku uvnitř nádrže.

### Nádoby pro manipulaci s materiálem

Pro manipulaci s materiálem musí být zvoleny nádoby, které jsou uzavíratelné a zatěsněné proti úniku samotné suroviny nebo zápachu ze surovin. Musí být také částečně chemicky odolné, protože se bude manipulovat s biologicky rozložitelnými surovinami, a může vznikat kyselé prostředí. Zároveň musí být nádoby dobře manipulovatelné bez speciálního zařízení, pro úsporu vstupních investic. Pro náš případ jsem zvolil plastové barely o objemu 50–60 litrů, využívaným v potravinářském, lihovarnickém nebo pivovarském odvětví. Barely jsou doplněny o manipulační madla a jsou vhodné pro naše nové vstupní suroviny a jsou vhodné pro skladování na Euro paletě 1200x800 mm po 6 ks. Tyto barely jsou zároveň velmi cenově dostupné, cena se pohybuje cca 500–800 Kč/ks.[27]



Průměr: 400 mm  
Výška: 628 mm

Obrázek 38 – 60 litrový barel[27]

### Myčka na použité barely

Výše zvolené nádoby pro manipulaci s materiálem jsou znovu využitelné, proto je potřeba tyto nádoby vyčistit. Pro tento proces se nabízejí 2 varianty, jedna je ruční mytí obsluhou bioplynové stanice pomocí vysokotlakého myčky, nebo pomocí speciálního zařízení na mytí barelů. U varianty s ručním mytím jde o levnější variantu, ale je potřeba zajistit sběr odpadní vody z mytí barelů. Tento problém lze vyřešit pomocí koupě myčky na barely, kde se bude odpadní voda nacházet pouze v prostorách myčky a bude tedy možnost dále tuto vodu zpracovávat. Při použití myčky také dojde k urychlení procesu mytí.

Při rešeršní činnosti byly vytipováni 2 dodavatelé myček na barely, jedním z nich je firma TechniJet. Tato firma dodává myčky na plastové potravinářské nádoby od 30 do 205 litrů. Myčka od této firmy umožňuje mytí pouze 1 barelu najednou, ovšem jeden mycí cyklus trvá pouze 2 minuty. Spotřeba vody této myčky je 50 l/minutu. [28]



ŠxHxV = 900x2230x1400 mm

Obrázek 39 – myčka na barely TechniJet[28]

Druhou firmou je Montanier, která se zabývá mycími technologiemi na různé typy manipulačních zařízení od plastových přepravků, přes ruční mycí zařízení a myčky na barely až po mycí linky. V nabídce této firmy jsou mycí stanice pro mytí 1 nebo 2 barelů najednou. Obě varianty lze využít pro 30–220 litrové barely. Čas jednoho cyklu u obou myček se pohybuje okolo 3,5 minuty. Spotřeba vody u myčky na jeden barel je 15 l/ minutu a u myčky pro 2 barely je spotřeba 23 l/ minutu. [29]



ŠxHxV = 1000x1480x1500

Obrázek 40 – myčka na 1 barel [29]



ŠxHxV = 2300x1100x2300 mm

Obrázek 41 – myčka na 2 barely [29]

	Váha	TechniJet 1 barel	Montanier 1 barel	Montanier 2 barely
Rozměry	1	3	1	3
Variabilita barelů	2	1	1	1
Čas mytí	4	1	2	2
Spotřeba vody	5	4	2	1
Počet barelů za hodinu	3	3	4	1
Celkem	Σ	38	43	20

## **Biofiltr**

Vzhledem k tomu, že při zpracování odpadů lze předpokládat vznik zápachu a zároveň je potřeba dodržet požadavky vycházející z hodnocení EIA, musí být součástí technologie také biofiltr. Ten bude sloužit k eliminaci vznikajícího zápachu a čištění vzduchu v prostoru zpracování odpadů. Jedním z českých dodavatelů biofiltrů, využitelných pro naši aplikaci je ASIO, spol. s r.o. Tato firma je dodavatel zařízení pro úpravu vody, zařízení pro sběr a recyklaci vody, zařízení pro čističky odpadních vod, ale také zařízení pro úpravu a čištění vzduchu. [1]



Obrázek 42 – filtrační jednotka AS – PCO[30]

Jednou z jejich technologií je fotokatalytická oxidace, obrázek č. 42, využívána především k odstranění zápachu na čističkách odpadních vod, v místě zpracování fekálních odpadů nebo skladování a úprava kalu. Tuto filtrační jednotku je možné instalovat přímo do budovy nebo také mimo budovu. Firma nabízí modularitu zařízení, tudíž je možné navrhnout velikost pro objem zpracovaného plynu přesně na míru daného prostoru. [30]

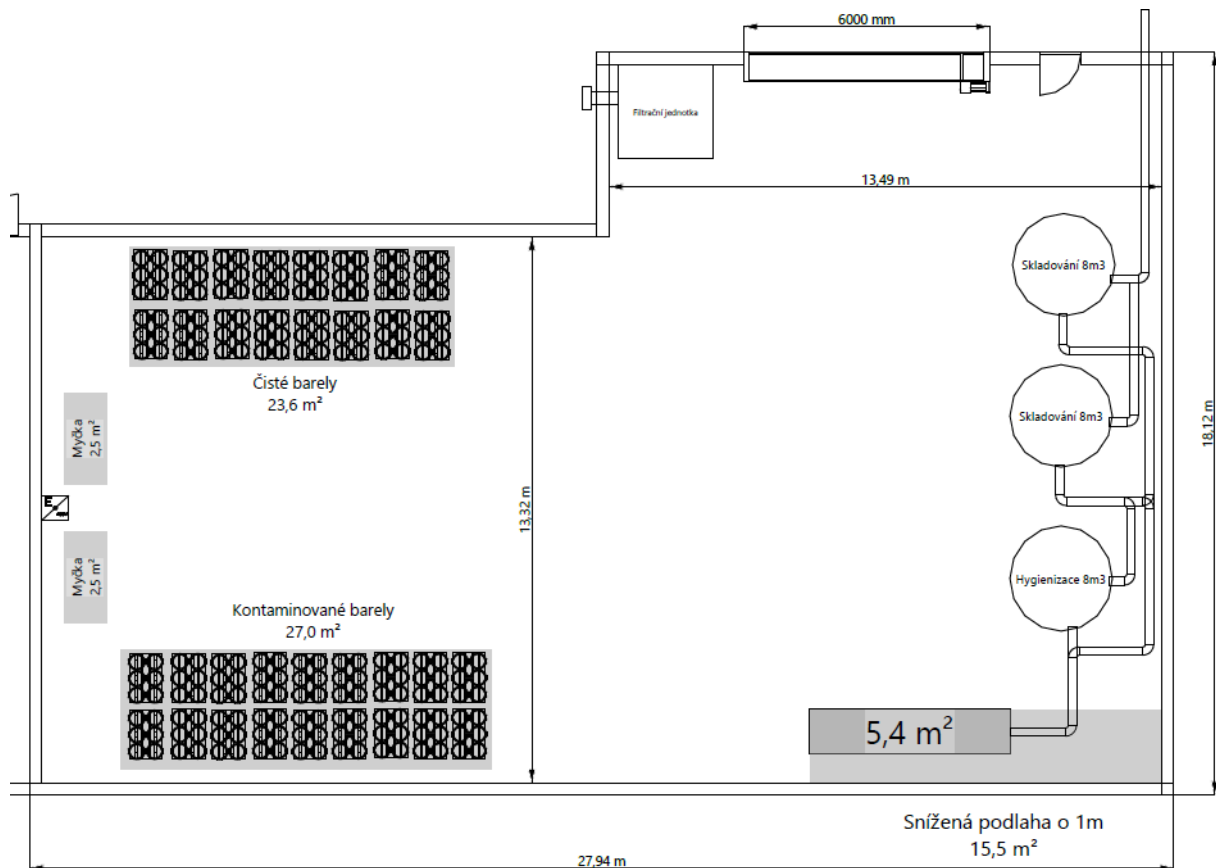
## **Realizace, uvedení do provozu a servis**

Všechny výše zmíněné technologie a zařízení je potřeba zkombinovat a navrhnout tak aby bylo možné jejich společné fungování a zároveň celou technologii zpracování doplnit o řídicí, kontrolní systémy a potrubí. Tuto část má na starosti firma Johann Hochreiter, která poptá potřebné technologie u dodavatelů, vytvoří projektovou dokumentaci a následně projekt zrealizují. S realizací souvisí příprava pro ustavení jednotlivých zařízení, následné propojení pomocí potrubí, vytvoření řídicího systému, návrh kontrolního systému a v neposlední řadě spuštění kontrolního provozu až po uvedení do pracovního provozu.[13]

### 3.7 Návrh dispozičního řešení

Jednou z hlavních činností při projektování je návrh dispozičního řešení. Úlohou této činnosti je návrh optimálního rozmístění strojů a zařízení. Navržené uspořádání musí zabezpečit efektivnost výroby, jednoduchost řešení, šetřit pracovní plochu a musí dodržovat bezpečnostní předpisy.

Při návrhu dispozičního řešení je potřeba sestavit potřebnou technologii pro zpracování vstupních surovin z výše vybraných zařízení. Uspořádání zařízení musí být provedeno tak, aby všechny suroviny byly zpracovány tak jak je potřeba, např. aby některé suroviny prošly hygienizací.



Obrázek 43 – Varianta č.1 dispozičního řešení

Vzhledem k tomu že byl pro zpracování nových vstupních surovin navržen již stávající prostor, je potřeba tento prostor upravit podle požadavků vycházejících z hodnocení EIA. V současné době je totiž budova tvořena pouze ocelovou konstrukcí se sedlovou střechou a stěny jsou tvořeny vlnitým plechem. Budova ovšem není zcela uzavřena, viz obrázek č. 44, což nevyhovuje požadavkům EIA, která udává možnost vzniku zápachu při zpracování nově navržených surovin. Z toho tedy vyplývá, že je potřeba budovu zcela uzavřít, aby nedocházelo k úniku nechtěného zápachu do okolí.

Se zápachem zároveň souvisí nutnost instalace biofiltru pro eliminaci vzniklého zápachu v budově. Biofiltr je umístěn uvnitř budovy s vývodem ven, jako je znázorněno na obrázku č. 43.



Obrázek 44 - pohled na stávající budovu[13]

Varianta č. 1 počítá s doručováním surovin tekutého skupenství pomocí plastových, uzavíratelných barelů o objemu 50–60 litrů. Mezi takto doručované suroviny lze zařadit veškeré suroviny, u kterých potřebujeme provést hygienizaci. Z tabulky č. 1 lze vyčíst, že se bude jednat o cca 16,3 t/denně. Pokud toto množství přepočítáme na počet barelů za den, vyjde nám cca 15,3 m<sup>3</sup>/den => 255 barelů denně.

$$\text{počet barelů denně} = \frac{\text{denní objem surovin}}{\text{objem 1 barelu}} = \frac{15\,300\text{ l}}{60\text{ l}} = 255\text{ barelů/den}$$

Zbylé suroviny se budou skladovat na volné ploše, která vznikne v silážním žlabu po snížení objemu pěstované kukuřice a budou pomocí traktoru s čelním nakladačem do dávkovačů určených v současné době pro kukuřici a travní senáž. Prostor stávající garáže byl pomocí zednických prací uzavřen, aby byly navržené technologie řádně schovány před vnějšími vlivy počasí. Zároveň je budova uzavřena z požadavku vycházejícího z hodnocení vlivu stavby na životní prostředí EIA, pro zamezení úniku vznikajícího zápachu z nových surovin. V nově uzavřené hale opatřené biofiltrem se dále nachází potřebná technologie pro zpracování surovin. Mezi tyto technologie řadíme zařízení pro příjem surovin od firmy Vogelsang, a jejich sestava zařízení RedUnit. Toto zařízení bude využíváno pro příjem surovin pomocí násypky, následně dojde k jejich drcení pomocí dvouhřídelového drtiče pro sjednocení velikosti vstupních surovin. Zároveň je zařízení doplněno o macerátor, pomocí kterého lze dosáhnout maximální požadované velikosti částic 12 mm. Po příjmu surovin a předběžném mechanickém zpracování je dále materiál dopraven pomocí sestavy potrubí a šoupátek do jedné ze 2 skladovacích nádrží o objemu 2x 8 m<sup>3</sup>. Případně pokud je potřeba materiál hygienizovat, tak je dopraven do hygienizační nádrže o objemu 8 m<sup>3</sup>, kde setrvá po dobu nejméně jedné hodiny při teplotě cca 80°C.

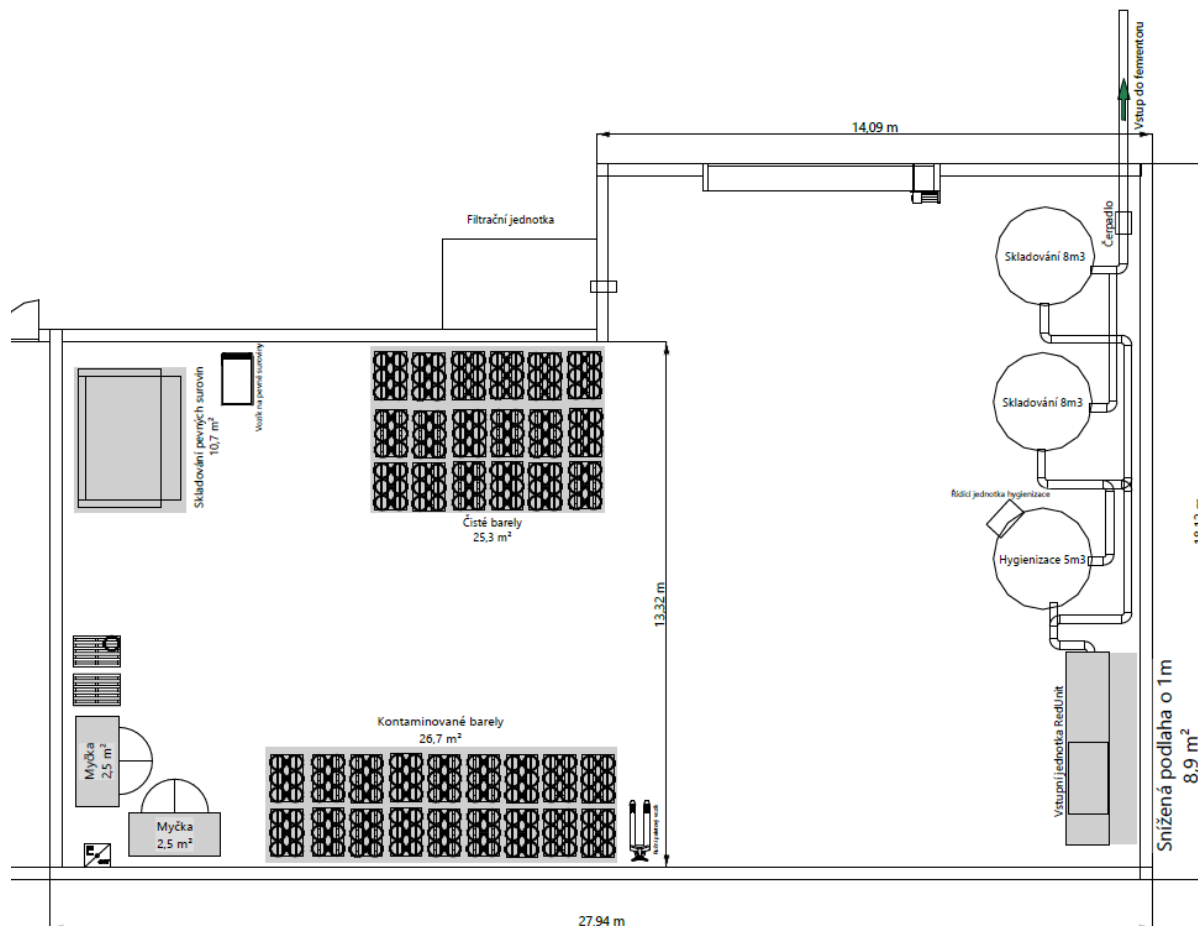
Ze skladovacích nádrží je materiál následně postupně pomocí potrubí dávkován do dvouplášťového fermentoru. Zbylá technologie bioplynové stanice zůstane nezměněna.



Suroviny, které není třeba zpracovávat před vstupem do fermentoru, jsou dávkovány ze silážního žlabu pomocí traktoru s čelním nakladačem do stávajícího dávkovacího zařízení a poté do fermentoru. Rozdělení surovin podle toho, zda je potřeba suroviny před vstupem do fermentoru zpracovat, či nikoliv je zobrazeno z tabulky č. 7.

Tabulka 7 – rozdělení surovin podle zpracování

Nutnost zpracovat	Bez nutnosti zpracování
20 01 08 BRO z kuchyní a stravoven	02 03 04 Suroviny nevhodné ke spotřebě
Skorápky a zbytky z vaj. výroby	20 02 01 BRO
02 05 01 Suroviny nevhodné ke spotřebě	20 03 04 Kal ze septiků a žump
02 02 04 Kaly z ČOV v místě jejich vzniku	02 06 01 Pečivo
19 08 09 Směs tuků a olejů	Kukuřičná siláž
20 01 25 Jedlý tuk	Travní senáž
	Drůbeží hnůj



Obrázek 45 – varianta č. 2 dispozičního řešení

U druhé verze je provedena stejná změna na konstrukci budovy, tedy je plně uzavřena a je doplněna o biofiltr pro zamezení úniku zápachu do okolí budovy a areálu bioplynové stanice. Na rozdíl od varianty č.1 je zde jednotka biofiltru je osazena z vnější části budovy viz obrázek č. 45 pro úsporu prostoru uvnitř budovy. Biofiltr od firmy ASIO umožňuje umístění mimo budovu.

Hlavní změna oproti první verzi je u skladování pevných surovin. Ty jsou u první verze skladovány na silážním žlabu a působí na ně vnější podmínky, jako je déšť, vítr apod. kdežto u verze 2 jsou skladovány také v upravené hale pro příjem vstupního materiálu. Tím dojde k zamezení možné degradace surovin a zároveň budou všechny nové suroviny skladovány na jednom místě. Pro pevný materiál je připravena skladovací prostor o objemu cca 10 m<sup>3</sup>. Technologie pro zpracovávání surovin je stejná jako u varianty 1, došlo pouze k optimalizaci uspořádání zařízení z hlediska úspory prostoru a možnosti manipulace s materiálem uvnitř budovy.

Pro příjem surovin je využívána jednotka RedUnit od firmy Vogelsang, pod kterou je snížena podlahová plocha o 1 m, a to s ohledem zapuštění jednotky částečně pod úroveň. Toto zapuštění a snížení výšky jednotky RedUnit je z důvodu snadnějšího přístupu k jejímu vstupu surovin, který je ve výšce 1,7m, po zapuštění tedy 0,7m, což je pro obsluhu již dostupné. Dále a neí potřeba vymýšlet složité přípravky pro vyprazdňování barelů. Déle se zde nachází hygienizační nádrž od firmy Landia s objemem 5 m<sup>3</sup>. Tato nádrž je zároveň osazena bočními míchacími lopatkami pro zajištění homogenní hygienizace celého objemu materiálu. Pro efektivnější vyprazdňování nádrže a pro umožnění manipulace dále do systému je nádrž osazena čerpadlem, které může zároveň sloužit jako drtič. Hygienizační nádrž je také doplněna o PLC řídicí systém od firmy Landia, pro snadnou kontrolu a řízení procesů, probíhajících v hygienizační nádrži. PLC systém od firmy Landia umožňuje dálkový přístup pomocí TeamViewer, pomocí čehož lze dálkově kontrolovat případně nastavovat a upravovat procesy.

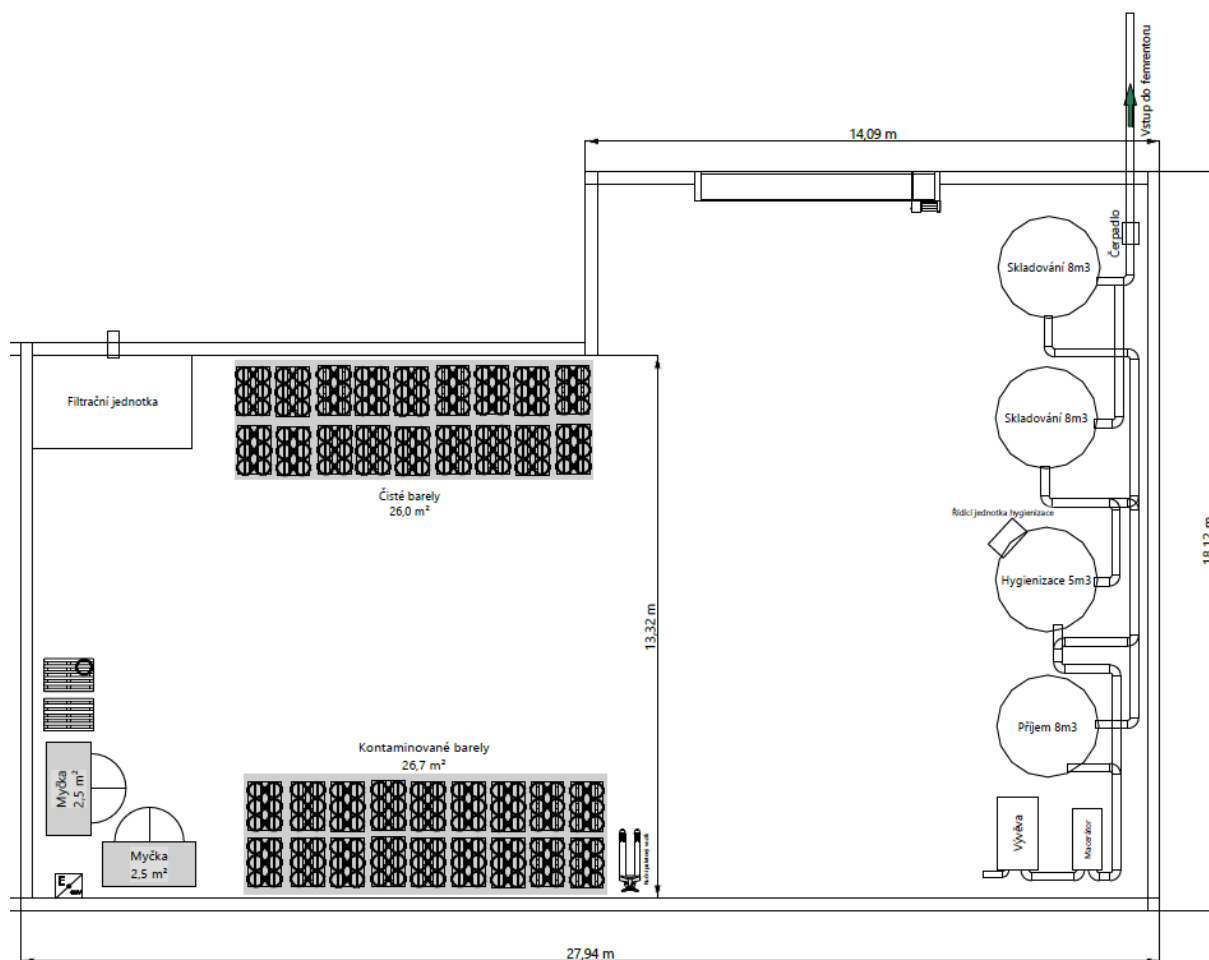
Hygienizační nádrž je vytápěna pomocí tepla, vznikajícího při spalování bioplynu v kogenerační jednotce. V hygienizační nádrži se nachází spirála oddělená nerezovým plechem od zpracovávaného materiálu, ve které proudí horká voda z kogenerační jednotky. Tím dojde ke zvýšení využití tepla, které je v současné době ztrátové, tedy je vypouštěno do okolí. Materiál je poté dopraven do 2 nerezových skladovacích nádrží o objemu 2x 8m<sup>3</sup>, odkud bude postupně dávkován do fermentoru.

Další důležitou částí technologie jsou myčky na kontaminované barely. Výše v textu byla zvolena myčka na barely od firmy Montanier. Tato myčka umožňuje oplach 2 barelů současně. Jedna jednou a jeden mycí cyklus trvá cca 3,5 minuty. Vzhledem k velkému počtu barelů za den (255 barelů/den), jsou zvoleny 2 tyto myčky pro úsporu času při mytí barelů. Jedná se tedy o oplach 4 barelů současně. Oplach všech barelů bude denně trvat necelé 4 hodiny.

$$\text{celkový čas oplachu} = \frac{\text{celkový počet barelů}}{\text{počet barelů na jeden oplach}} * \text{čas oplachu} = \frac{255}{4} * 3,5 = \\ = 224 \text{ minut} \Rightarrow 3 \text{ h } 44 \text{ minut}$$

Čisté barely jsou následně skladovány v jiné části haly, aby nedošlo k jejich záměně s kontaminovanými barely.

Budova je doplněna o biofiltr pro zamezení úniku zápachu do okolí budovy a areálu bioplynové stanice. Jednotka biofiltru je osazena z vnější části budovy, viz obrázek č. 45,



Obrázek 46 – varianta č. 3 dispozičního řešení

U varianty č. 3 je stejná změna v konstrukci budovy jako u předchozích 2 variant. Hlavní změnou je ovšem změna části technologie pro zpracování surovin, a to především na začátku celého procesu zpracování nových vstupních surovin. Změna je zde provedena z důvodu snahy zjednodušit práci pro obsluhu bioplynové stanice při manipulaci s barely. Místo vstupní jednotky RedUnit od firmy Vogelsang z varianty č. 2, je zde jako vstupní jednotka instalována podtlaková potravinářská vývěva RV 558. Vzhledem k tomu že vývěva dokáže vytvořit podtlak, lze tekuté suroviny z barelů vysát pomocí savice, kterou obsluha pouze ponoří do každého barelu. Tímto postupem dojde k jednodušší manipulaci s plnými barely při jejich vyprazdňování. Obsluha tak pouze přiveze paletu se 6 barely a následně je pomocí savice vyprázdní a paletu rovnou uskladní do místa určeného pro kontaminované barely. U předchozích variant s jednotkou RedUnit totiž musela obsluha každý barel přelit do vstupní části jednotky RedUnit, která se i po snížení podlahové plochy pod zařízením nachází ve výšce 700 mm, viz. varianta č. 2. K vývěvě musí být zároveň doplněn macerátor od firmy BioBANG, protože vývěva sama o sobě nefunguje jako drtič. Vstupní suroviny však musí projít mechanickou úpravou, tedy dosažení homogenního materiálu. Macerátor plní funkci drtiče a zaručuje maximální velikost výstupního materiálu 12 mm. Z macerátoru jsou suroviny následně dopraveny potrubím do hygienizační nádrže, pokud je u nich potřeba provést hygienizaci, případně do příjmové nádrže.

Vzhledem ke změně vstupní jednotky pro zpracování surovin je z objektu odstraněn prostor pro skladování pevných surovin, které již není možné novou technologií zpracovat. Je tedy nutné tyto vstupní suroviny skladovat ve volném prostoru silážního žlabu, jako ve variantě č.1. Pevné suroviny budou tedy naváženy pomocí traktoru s čelním nakladačem do dávkovacích zařízení společně s kukuřičnou siláží.

Vzhledem k tomu že je budově dostatek prostoru, je usazena filtrační jednotka přímo do budovy s vývodem ven. Nebude tedy nutnost investovat do úpravy terénu v okolí budovy a ustavení biofiltru se provede při rekonstrukci vnitřních prostor budovy.

Ve všech variantách je u vstupní jednotky připravena přípojka na vodu, pro připojení hadice. Po vyprázdnění barelu dojde k jeho rychlému oplachu hadicí a tím vyprázdnění i zbylého materiálu, který by mohl v barelu zůstat.

### 3.8 Zhodnocení variant

Tabulka 8 – srovnání variant nového layoutu

Kritérium	Váha	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Investiční náklady	4	3	4	2
Manipulace s odpady	5	2	3	1
Využití prostoru	3	2	3	2
Skladování odpadů	2	3	1	3
Budoucí variabilita surovin	2	1	1	3
Celkem	$\Sigma$	36	41	31

K porovnání variant byla využita srovnávací tabulka s několika hodnotícími kritérii, kterým byla přiřazena váha. Hodnocení proběhlo z **hlediska investičních nákladů**, kde u variant 1 a 2 jsou náklady téměř totožné (je zde zvolena stejná technologie zpracování vstupních surovin), ovšem u varianty 1 se nenachází vnitřní kontejner na pevné suroviny, tudíž je zde úspora investic. U varianty 3 jsou investiční náklady nejnižší z důvodu volby levnější technologie.

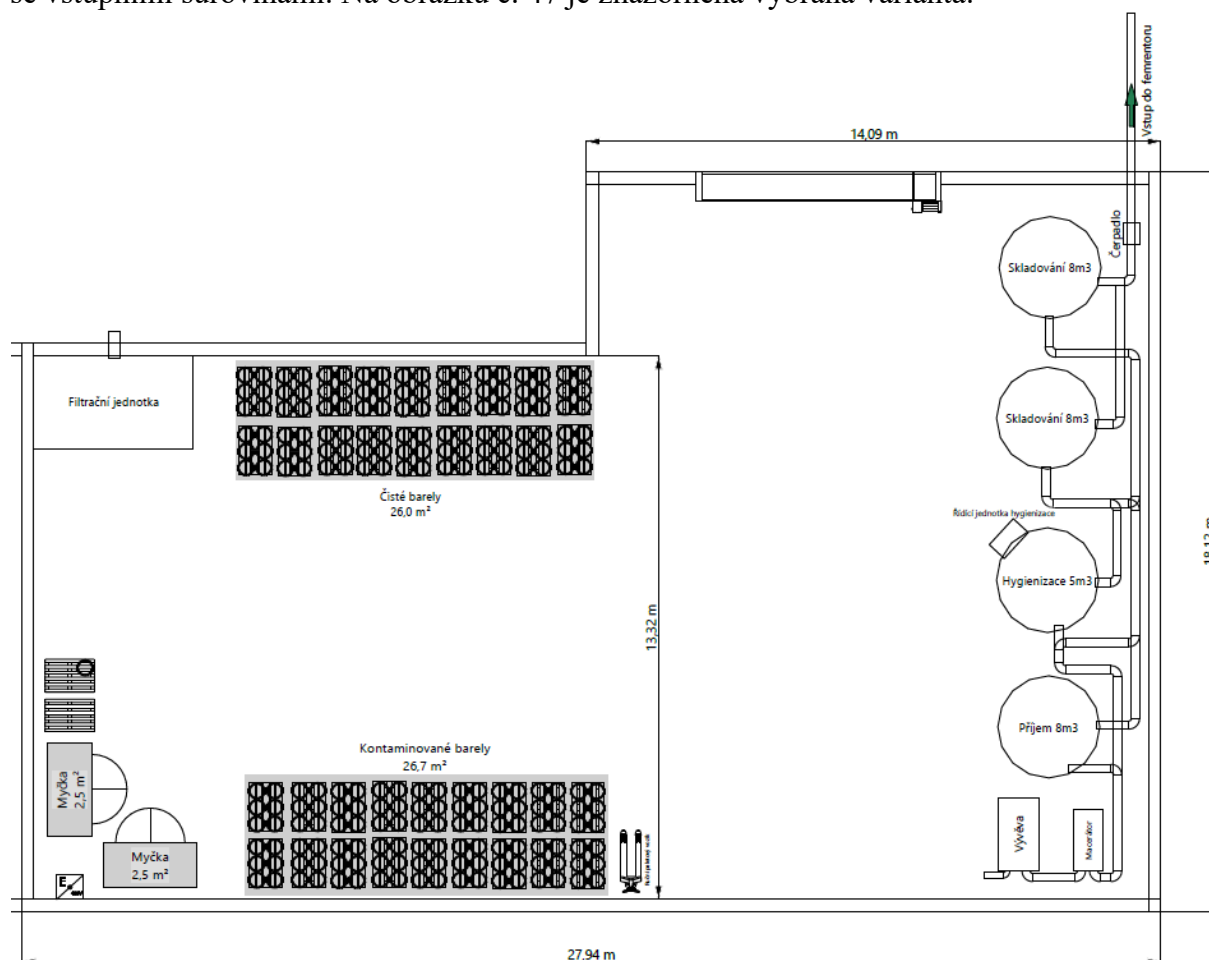
Dalším kritériem je **manipulace s odpady**, zde bylo porovnávána náročnost manipulace s materiálem pro obsluhu bioplynové stanice. U varianty 1 a 3 obsluha pomocí traktoru dávkuje vstupní suroviny s pevnými odpady do venkovního dávkovače. Rozdíl mezi těmito variantami spočívá v navržené vstupní technologii pro tekuté odpady, u varianty 1 musí barely vyprázdnit do vstupní jednotky, u varianty 3 pouze obsah barelů vysaje pomocí podtlaku => není potřeba složitá manipulace s barelem. U varianty 2 musí obsluha vyprázdnit barel do vstupní jednotky a zároveň musí ručně navozit pevné odpady také do této vstupní jednotky.

V rámci hodnocení variant se porovnávalo také **využití prostoru**, a to i z hlediska nutnosti úpravy budovy a jejího okolí. U variant 1 a 3 je využití prostoru haly téměř totožné, kromě rozdílného rozmístění layoutu. U těchto variant zároveň není potřeba výrazná úprava okolí budovy, protože se veškerá technologie nachází ve vnitřních prostorech. U varianty 2 se nachází filtrační jednotka mimo budovu, proto je potřeba úprava terénu v okolí budovy pro ustavení filtrační jednotky.

Důležitým kritériem je **skladování nově navržených odpadů**. U varianty 1 a 3 jsou veškeré tekuté suroviny skladovány v barelech na paletě a pevné suroviny jsou skladovány na nově vzniklé ploše silážního žlabu po snížení objemu kukuřice. Zde ovšem bude docházet k degradaci materiálu vlivem vnějších podmínek, tudíž nebude možné ho skladovat delší dobu. U varianty 2 jsou veškeré nové odpady skladovány v hale pro zpracování surovin, tudíž nebude docházet k degradaci pevných odpadů a je tedy možné je skladovat po delší dobu.

Posledním hodnotícím kritériem je **možnost budoucí variability vstupních surovin**. Toto kritérium zohledňuje možnosti změny vstupních surovin, než tak jak jsou navrženy pro současný stav. V tomto případě je výhodnější varianta 1 a 2, protože navržená vstupní jednotka má širší možnosti zpracování surovin, než je u varianty 3 (zde jsme odkázáni především na tekuté vstupní suroviny).

Z tabulky č.8 vyšla jako nejvýhodnější varianta 3 a to hlavně z důvodu snadnější manipulace se vstupními surovinami. Na obrázku č. 47 je znázorněna vybraná varianta.



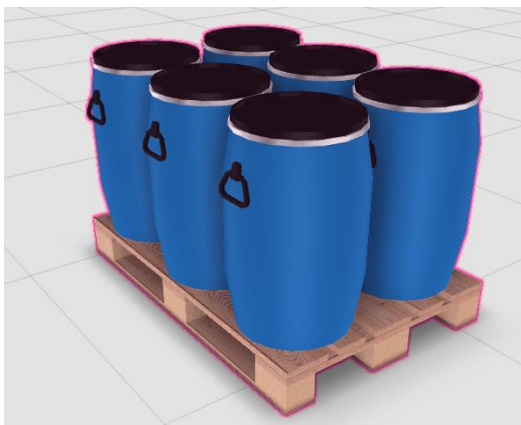
Obrázek 47 – vybraná varianta layoutu

### 3.9 Manipulace s materiálem

V rámci manipulace s materiálem je v současné době využíván traktor John Deer 543R s čelním nakladačem využívaným pro doplňování surovin do dávkovacího zařízení. Současně jsou některé zemědělské suroviny do areálu dováženy pomocí již zmíněného traktoru se sklápěcím valníkem s nosností 7 t. Pro zavážení nově navržených surovin se bude využívat nákladní automobil pro zavážení surovin do areálu bioplynové stanice. Zavážení těchto surovin bude mít na starosti externí firma u které jsou suroviny domluveny. Většina surovin bude navážena v 60 litrových plastových uzavíratelných barelech. Bude se jednat většinou o tekuté složky vstupních surovin (většinou nutnost hygienizace). Barely budou složeny po 6 na europaletě a zajištěny páskou, aby nedošlo k nechtěnému pádu barelu z palety. Tím docílíme snadnější manipulace v areálu, viz obrázek č. 47. Pro manipulaci s paletami bude k dispozici ruční paletový vozík od firmy STILL, typ HP 20. [31]

Po zpracování surovin v příjmovém zařízení, je materiál dále transportován pomocí nerezového potrubí dále do nádrží, případně do fermentoru. Potrubí je opatřeno čerpadly, které umožňují samotný pohyb materiálu. Potrubí je opatřeno také o ventily a šoupátka, aby byl materiál vždy dopraven do správného místa. Vzhledem k tomu že dopravovaný materiál může již při transportu fermentovat, je potrubí doplněno o sensory. Nesmí nastat případ, že by materiál zůstal zavřený v potrubí, protože hrozí expanze vzniklého plynu a explozepřípadně explozi potrubí.[13]

V případě varianty č.1 a č.2 je potřeba paletu s barely vždy rozebrat a každý barel postupně vyprázdnit do vstupní jednotky RedUnit. Vzhledem k tomu, že vstup je ve výšce 700 mm a plné barely jsou velmi těžké (cca 70 kg), je také jejich manipulace při vyprazdňování složitá. Navíc podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. je přípustné pro muže, aby manipuloval pouze s břemeny do 30 kg, výjimečně 50 kg. [32]Pro tuto práci je tedy potřeba více lidí, případně navrhnout přípravek pro usnadnění vyprazdňování barelů. V případě varianty č. 3 jsou barely na paletě dopraveny ke vstupní vývěvě, zde jsou pomocí savice a vzniklého podtlaku vysáty a následně mohou být na paletě přepraveny na místo pro kontaminované barely. Zde prochází myčkou barelů, jsou skládány zpět na paletu a uskladněny v místě pro čisté barely a připraveny pro odvoz.



Obrázek 48 – ukázka manipulační jednotky



Obrázek 49 – STILL HP 20[31]

### 3.10 Skladové hospodářství

Barely se budou skladovat po 6 kusech na euro paletě o rozměrech 1 200\*800 mm. Palety budou skladovány ve vymezeném prostoru haly, je zde vyhrazeno místo pro kontaminované barely a čisté barely, aby nedošlo k jejich záměně. S materiálem dovezených v barelech bude manipulováno pomocí metody FIFO (first in, first out), aby nedocházelo k fermentaci již v barelech, tedy tvorbě bioplynu. Pevné vstupní suroviny budou skladovány v kontejneru viz. obrázek 45. Tento materiál bude skladován pomocí metody LIFO (last in, first out) a to z důvodu, že ne vždy dojde k vyprázdnění celého kontejneru před jeho dalším naplněním novými surovinami. Suroviny skladované v kontejneru jsou trvanlivější a nefermentují sami, proto je lze skladovat delší dobu.

Zpracované suroviny jsou následně skladovány ve dvou 8 m<sup>3</sup> nerezových nádržích, odkud jsou postupně dávkovány do fermentoru. Vzniklý digestát je po fermentaci následně skladován v koncovém skladu digestátu, stejně jako je tomu v současné době.

## 4. Využití ztrátového tepla ze zpracování odpadů

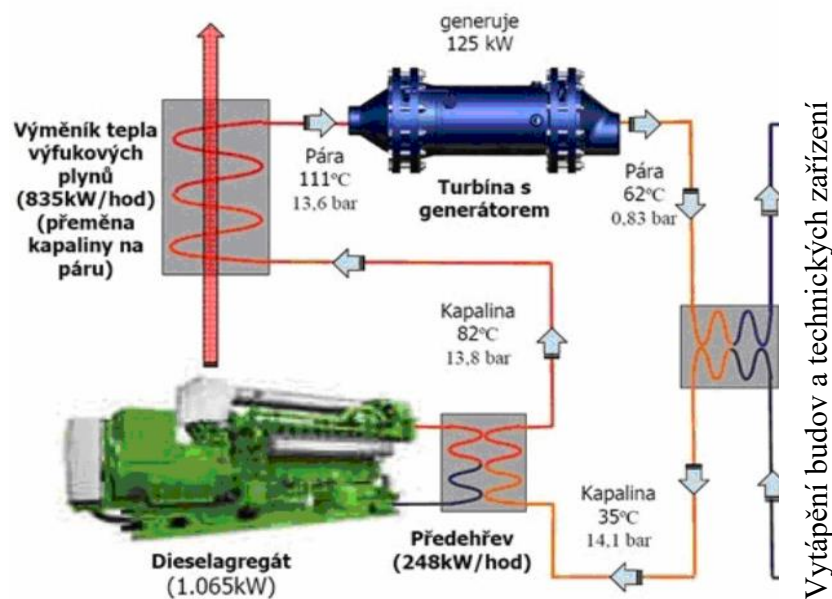
V následující kapitole je práce zaměřena na možnosti variantního využití vzniklého produktu z procesu fermentace, tedy bioplynu. V současné době je vzniklý bioplyn využíván jako palivo pro kogenerační jednotku MWM-Deutz s elektrickým výkonem 537 kW a celkovým tepelným výkonem 706 kW (využitelný tepelný výkon 494 kW).[1] Vzniklá elektrická energie je využívána pro chod bioplynové stanice, ale nejvíce je dodáváno do distribuční sítě za účelem zisku. Výkupní cenu určuje Energetický regulační úřad a za posledních 10 let se pohybuje mezi 4,10 a 4,40 Kč za 1 kW. Měsíční výroba elektrické energie je cca 300 000 kWh/měsíc. [13] Při spalování bioplynu v kogenerační jednotce vzniká také tepelná energie, její část je využívána pro vytápění areálu bioplynové stanice a také pro vytápění předfermentorů a fermentorů. K těmto procesům je ovšem využívána pouze část vzniklého tepla, zbylé teplo je přes výměník tepla vypouštěn do ovzduší. Proto se v této kapitole bude práce zabývat možnostmi využití zbytkového tepla. Dalším bodem bude návrh variant řešení na zpracování vzniklého bioplynu, zda není ekonomicky výhodnější bioplyn upravit a prodávat do plynové distribuční sítě, případně provést úpravu bioplynu na biopalivo pro pohon automobilů.

Možností, jak využít teplo vypouštěné do okolí je několik. Teplo lze například využít pro vytápění nebo pro ohřev užitkové vody veřejných budov. Vzhledem k tomu že se bioplynová stanice nachází daleko od města Vejprnice není tato metoda vhodná, docházelo by totiž k velkým tepelným ztrátám v potrubí. Další možností využití tepla je sušení hospodářských surovin, jako je například vzniklý digestát, který lze po vysušení využívat na výrobu pelet pro vytápění nebo jako hnojivo. Sušit lze také rostlinné výrobky jako jsou kukuřice, pšenice, ječmen a řepka. Sušení těchto surovin je ovšem pouze sezonní a pro využití ve Vejprnicích nemá takový význam, když dochází ke snižování osevní půdy ve vlastnictví provozovatele bioplynové stanice. Využít teplo lze také pro vysoušení dřevní štěpky a pilin, které lze poté zpracovat do formy pelet a využít pro vytápění. Tato varianta by připadala v úvahu, pokud by se našel dodavatel pilin.[33]

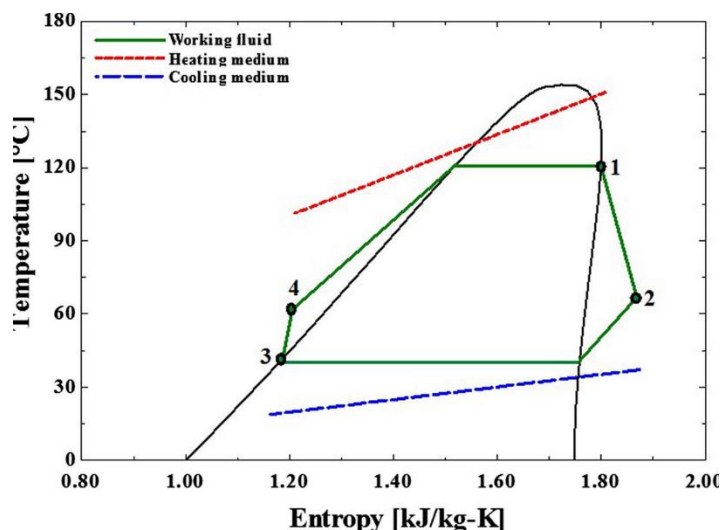
Jedním ze způsobů využití odpadního tepla je implementace organického Rankine Clausiova cyklu (ORC) pro výrobu dodatkové elektrické energie. Využití tohoto cyklu je možné z důvodu speciálního pracovního média, jímž není voda jako u klasického Rankinova cyklu, ale je využívána organická kapalina jako toluen, n-butanol, i-butanol a methylycyklohexan. Tyto látky mají menší teplotu varu, a tedy získáváme nasycenou páru při nižších teplotách pro roztočení turbíny a výroby elektrické energie. ORC pracuje již při teplotách 85 °C, proto lze využít okruh chladicí vody přímo z kogenerační jednotky jako zdroj tepla pro tento cyklus.

Ovšem, při takto nízké teplotě je výkon zanedbatelný, proto je potřeba teplotu zvýšit pomocí přehříváním provozní kapaliny ORC teplem výfukových plynů. Po této úpravě může provozní kapalina dosahovat až 110 °C a tím dojde ke zvýšení účinnosti ORC. V současné době lze pro kogenerační jednotku s tepelným výkonem 494kW připojit ORC s výkonem 50–70 kW, což za rok může činit až 375 000 kWh za rok, což při průměrné ceně za 4,30 Kč/ kWh činí 1 612 500 Kč. [34; 35]

Budova pro kogenerační jednotku je zároveň připravena pro osazení druhé jednotky pro možné zvýšení produkce bioplynu do budoucna. Ostatní technologie jako jsou fermentory a plynolem jsou konstruovány i pro větší objemy tvorby bioplynu. V současné době ovšem není dostatek surovin pro výrobu více bioplynu nutnost vybudování druhé kogenerační jednotky, proto není tato varianta v řešení.



Obrázek 50 – Organický Rankine Clausiův cyklus[33]



- 1 → 2 : adiabatická expanze
- 2 → 3 : izotermická odvod tepla
- 3 → 4 : adiabatická komprese
- 4 → 1 : izobarický přívod tepla

Obrázek 51 – T – s diagram ORC [34]



## 5. Investiční rozpočet, návratnost

### 5.1 Varianta č. 2

Zařízení	Množství	Cena [Kč bez DPH]
Vstupní zařízení	1	865 000
Hygienizační nádrž	1	600 000
Skladovací nádrž	2	690 000
Potrubní trasy	1	1 400 000
Řídicí systém	1	550 000
Biofiltr	1	1 540 000
Paletový vozík	2	20 000
Úprava budovy	1	2 550 000
<b>Celkem</b>	<b>Σ</b>	<b>8 215 000</b>

### 5.2 Návratnost

Celkové investiční náklady pro variantu č. 2 byly stanoveny na 8 215 000 Kč bez DPH. Cenovou nabídku na potřebná zařízení jsem konzultoval s firmou Hochreiter, která mi byla schopna zajistit veškeré potřebné ceny zařízení. Jako zisk se bude počítat prodaná vytvořená elektrická energie z kogenerační jednotky do sítě. Kogenerační jednotka má elektrický výkon 537 kW která, dle majitele bioplynové stanice produkuje cca 300 000 kWh/měsíc. Při průměrné ceně 4,10 – 4,40 Kč/kWh to vychází na 1 230 000 – 1 320 000 Kč/měsíc.

Zařízení	Doba odepisování (počet let)	Roční odpisy (Kč)	Požizovací cena (Kč)
Vstupní zařízení	5	173 000	865 000
Hygienizační nádrž	5	120 000	600 000
Skladovací nádrž	5	138 000	690 000
Potrubní trasy	5	280 000	1 400 000
Řídicí systém	5	110 000	550 000
Biofiltr	10	154 000	1 540 000
Paletový vozík	5	4 000	20 000
Úprava budovy	10	255 000	2 550 000
<b>Celkem</b>	-	<b>1 234 000</b>	-

$$\text{Návratnost} = \frac{\text{Investiční náklady}}{\text{Zisk} + \text{odpisy}}$$

$$\text{Návratnost} = \frac{8\,215\,000}{(0,55 * 7\,814\,000) + 1\,103\,500} = 1,52 \text{ roku} \Rightarrow \text{cca 1 rok a 7 měsíců}$$

Roční zisk firmy AGRO ENERGY s.r.o. činí 7 814 000 Kč. Ovšem při neuskutečnění investice by došlo ke snížení zisku na 55 %. Vypočítaná návratnost investice tedy vychází na cca 19 měsíců. Vypočtená doba návratnosti je pro majitele společnosti AGRO ENERGY s.r.o. přijatelná. O investici lze tedy říct, že je výhodná, neboť budovy i nově pořízené zařízení a stroje se zaplatí mnohem dříve, než je uváděná životnost strojů a budov. Minimální investice budou potřeba i v budoucnu pro drobné opravy a údržby strojů a budov. Tyto investice budou ovšem minimální vůči celkové vstupní investici.

## 6. Závěr

Cílem práce bylo navrhnout nové vstupní suroviny a s tím technologií pro jejich zpracování pro bioplynovou stanici ve Vejprnicích při zachování stejného objemu výroby bioplynu, a tedy elektrické energie.

První část práce je věnována analýze současného stavu bioplynové stanice, rozboru jednotlivých technických zařízení a popis jejich funkce. Nejdříve je představena firma Johann Hochreiter s.r.o. se kterou jsem na diplomové práci spolupracoval. Společně s tím je představen i majitel bioplynové stanice ve Vejprnicích, kterou je firma AGRO ENERGY s.r.o. Dále je popsán současný generel areálu bioplynové stanice a popis jednotlivých technických zařízení a jejich funkce. Dále proběhlo definování odpadů a kategorie odpadů podle zákona č. 541/2020 Sb. S tímto bodem jsou definovány současné vstupní suroviny do bioplynové stanice a jejich materiálové toky. Je zde také zmíněna nutnost podat oznámení o záměru pro posouzení vlivů na životní prostředí.

Druhá část se zaměřuje na návrh nových vstupních surovin a jejich následnou manipulaci a zpracování. Nejprve došlo k analýze potřebného množství vstupních surovin a následně k návrhu nových surovin a jejich potřebného množství. V souvislosti s manipulací s materiály proběhla návrh manipulační tras pomocí analýzy obalových křivek vozidel. V následující části dochází k analýze územního plánu, katastru a silničních koridorů v závislosti k bioplynové stanici, z důvodu navážení nově navržených surovin. Dalším bodem je návrh prostoru pro umístění technologií, kde se došlo k závěru, že se umístí do nevyužívané garáže. S tím souvisí i další bod, a to návrh potřebných technologií pro zpracování vstupních surovin, proběhla poptávka u různých dodavatelů a následný výběr nejvhodnější technologie. Zvolené technologie jsou poté rozmístěny do haly ve 3 různých variantách, ze které je vybírána nejvýhodnější varianta. Ke všem variantám je vytvořen výkres layoutu. Byla zvolena varianta č. 3 pomocí rozhodovací tabulky. V posledním bodě je popsána manipulace v nově navržené hale a definice manipulačních jednotek společně se skladovým hospodářstvím.

Třetí část je zaměřena na využití produktu zpracování odpadů, tedy vzniklého bioplynu. V současné době je veškerý bioplyn spalován v kogenerační jednotce, ve které vzniká elektrická a tepelná energie. Elektrická energie je prodávána do distribuční sítě a tepelná je ztrátová. Proto proběhl návrh, jak využít toto ztrátové teplo v podobě sušení hospodářských surovin nebo pilin případně využít ztrátové teplo pro výrobu dodatkové elektrické energie pomocí implementace organického Rankine Clausiova cyklu.

V závěru práce je uveden propočet investičních nákladů a návratnost investice. Celkové investiční náklady na realizaci projektu jsou 8 215 000 Kč bez DPH a návratnost této investice byla spočítána na cca 19 měsíců.

## Zdroje

- [1] *Oznámení o posouzení vlivů na životní prostředí v členění podle přílohy č. 3 zákona č. 100/2001 Sb., Odpadová bioplynová stanice Vejprnice - změna vstupních surovin*. In: . 2023, s. 6-12.
- [2] KOUKAL, F., Z. BOUDA a M. BAČÁKOVÁ. *Energetický audit BPS Vejprnice*. 2008.
- [3] *Zákon č. 541/2020 Sb. Zákon o odpadech*. In: . 2020.
- [4] *Vyhláška č. 8/2021 Sb. Vyhláška o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů)*. In: . 2021.
- [5] *Biogas Basisdaten Deutschland*. 2008.
- [6] Biogas Production from Maize Grains and Maize Silage. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2010, **19**(2), 323-329.
- [7] *Zhodnocení provozu bioplynové stanice Vejprnice*. Plzeň, 2015. Bakalářská. Západočeská univerzita.
- [8] TAWFIK, A., M. ERAKY a A.I. OSMAN. Bioenergy production from chicken manure: a review. *Environ Chem Lett* [online]. 2023, **21**(1), 2707-2727 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1007/s10311-023-01618-x>
- [9] Čistá Plzeň. *Čistá Plzeň* [online]. 2024 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.cistaplzen.cz/>
- [10] Západočeské komunální služby a.s. *Západočeské komunální služby a.s.* [online]. 2024 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.mariuspedersen.cz/cs/sluzby-ve-vasem-meste/zapadoceske-komunalni-sluzby-a-s/>
- [11] Posuzování vlivů na životní prostředí (EIA). *Posuzování vlivů na životní prostředí (EIA)* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/posuzovani\\_vlivu\\_zameru\\_zivotni\\_prostredi\\_eia](https://www.mzp.cz/cz/posuzovani_vlivu_zameru_zivotni_prostredi_eia)
- [12] Density and Storage. *Density and Storage* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.dairynz.co.nz/feed/supplements/density-and-storage/>
- [13] Johann Hochreiter. *Johann Hochreiter* [online]. 2024 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.johann-hochreiter.cz/>
- [14] *Hygienizace bioodpadů a výroba bioplynu* [online]. 2005-07-13.
- [15] *Zákon č. 183/2006 Sb.* In: . 2006.
- [16] Obec Vejprnice. *Obec Vejprnice* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.vejprnice.cz/urad-obce/>
- [17] *Zákon č. 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích*. In: . 1997.
- [18] Norsk Biogass AS. *Norsk Biogass AS* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.norskbiogass.no/bpp.html>
- [19] Kovoděl Janča, s.r.o. *Kovoděl Janča, s.r.o.* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.kovodel.cz/kategorie/podtlakove-nasavani-kvasu/>

- [20] Vogelsang GmbH & Co. KG. *Vogelsang GmbH & Co. KG* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.vogelsang.info/>
- [21] BioBANG. *BioBANG* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.biobang.com/web/en/biobang-en/>
- [22] BioG – SOLUTIONS FOR GREEN ENERGY. *BioG – SOLUTIONS FOR GREEN ENERGY* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://biog-biogas.com/>
- [23] TEWE elektronik. *TEWE elektronik* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.tewe.com/en/downloadportal/>
- [24] Landia A/S. *Landia A/S* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.landiainc.com/solutions/biogas/food-waste-pre-treatment>
- [25] KOVO-JANČI, s.r.o. *KOVO-JANČI, s.r.o.* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.kovo-janci.cz/o-nas>
- [26] Pacovské strojírný. *Pacovské strojírný* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.pacovske.cz/>
- [27] TBA Plastové obaly s.r.o. *TBA Plastové obaly s.r.o.* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.tbaplast.cz/plastove-sudy>
- [28] Technijet. *Technijet* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.technijet.com/cleaning-equipment/bespoke-cleaning-solutions/barrel-drum-washers/>
- [29] Montanier. *Montanier* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.montanier.com/en/our-products/2-station-barrel-washing-cabin/>
- [30] ASIO TECH, spol. s r.o. *ASIO TECH, spol. s r.o.* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/cistenivzduchu>
- [31] STILL. *STILL* [online]. 2023 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://cz.still.shop/hp-20.html>
- [32] *Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.* In: . 2007.
- [33] *Kombinovaná výroba elektřiny a tepla* [online]. Plzeň, 2012 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/3949/1/DP\\_Ondrej\\_Najman.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR0HHwDLhmhTvP1XgZGIUjfdCbitHa\\_CuEoPROwdofSIT6dljQLRzbtKtNI\\_aem\\_ATEPAwWL9tdT5pb3foqXT8BGCuRDuruPcallj6Fve-nXEeMVIQ4oPjcxPU5QVOFLaCtI3lIy165W1Q\\_Tp0RoQeRf.](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/3949/1/DP_Ondrej_Najman.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR0HHwDLhmhTvP1XgZGIUjfdCbitHa_CuEoPROwdofSIT6dljQLRzbtKtNI_aem_ATEPAwWL9tdT5pb3foqXT8BGCuRDuruPcallj6Fve-nXEeMVIQ4oPjcxPU5QVOFLaCtI3lIy165W1Q_Tp0RoQeRf.) Diplomová.  
Západočeská univerzita.
- [34] QYYUM, Muhammad Abdul, Ahmad NAQUASH, Wahid ALI, et al. Process Systems Engineering Evaluation of Prospective Working Fluids for Organic Rankine Cycles Facilitated by Biogas Combustion Flue Gases. *Frontiers in Energy Research* [online]. 2021, 2021-4-12, 9 [cit. 2024-05-08]. ISSN 2296-598X. Dostupné z: doi:10.3389/fenrg.2021.663261


- [35] RAHBAR, Kiyarash, Saad MAHMOUD, Raya K. AL-DADAH, Nima MOAZAMI a Seyed A. MIRHADIZADEH. Review of organic Rankine cycle for small-scale applications. *Energy Conversion and Management* [online]. 2017, **1**(134), 135-155 [cit. 2024-05-08]. ISSN ISSN 0196-8904. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.12.023>.

## Seznam příloh

### Výkresová dokumentace a data sheety

- Obalové křivky – nákladní auto (KTO – DP – BPS/01)
- Obalové křivky – traktor (KTO – DP – BPS/02)
- Systemlösung RedUnit XRL-CC+RC XRL186-520QD - CC55-D1 + RCQ43
- Data sheet hygienizační nádrže Landia
- Layout varianta 1 (KTO – DP – BPS/03)
- Layout varianta 2 (KTO – DP – BPS/04)
- Layout varianta 3 (KTO – DP – BPS/05)

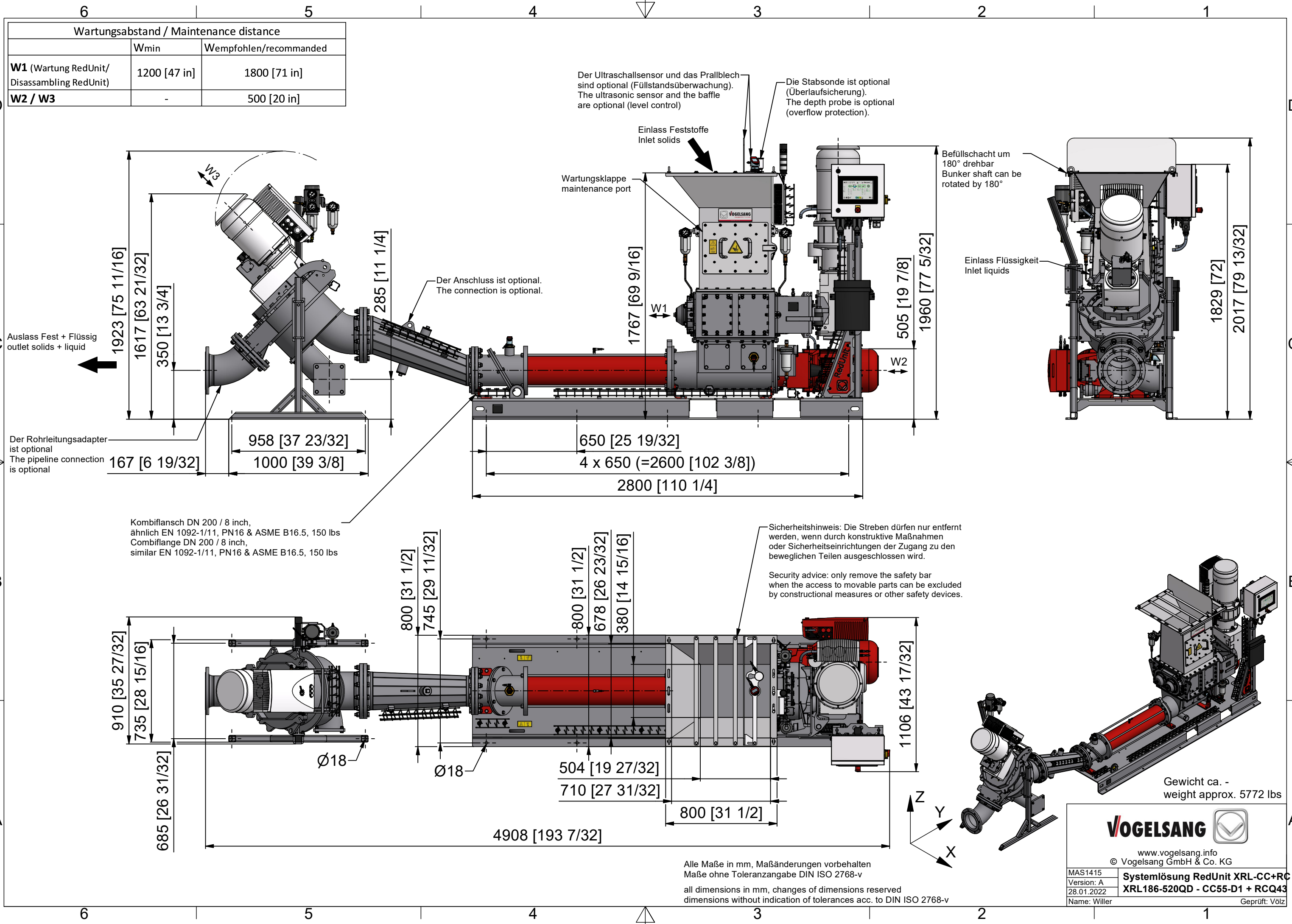


Položka	Množství	Název, určení, materiál, rozměry atd.	Číslo typu
Konstruktor Bc. Jakub Belšán	Zkontroloval	Schválil ? datum	Název souboru KTO - DP
		<b>Obalové křivky - nákladní auto</b> KTO - DP - BPS/01	
Datum 09/05/2024		Vydání 0	Měřítko -
-		1/1	16





Položka	Množství	Název, určení, materiál, rozměry atd.	Číslo typu
Konstruktor Bc. Jakub Belšán	Zkontroloval	Schválil ? datum	Název souboru KTO - DP
ZAPADČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		Datum 09/05/2024	Měřítko -
Obalové křivky - traktor			Vydání 0
KTO - DP - BPS/02			List 1/1



Wartungsabstand / Maintenance distance		
	Wmin	Wempfohlen/recommended
<b>W1</b> (Wartung RedUnit/ Disassembling RedUnit)	1200 [47 in]	1800 [71 in]
<b>W2 / W3</b>	-	500 [20 in]

Der Ultraschallsensor und das Prallblech sind optional (Füllstandsüberwachung).  
The ultrasonic sensor and the baffle are optional (level control).

Die Stabsonde ist optional (Überlaufschutz).  
The depth probe is optional (overflow protection).

Befüllschacht um 180° drehbar  
Bunker shaft can be rotated by 180°

Auslass Fest + Flüssig  
outlet solids + liquid

Der Rohrleitungsadapter ist optional  
The pipeline connection is optional

Kombiflansch DN 200 / 8 inch,  
ähnlich EN 1092-1/11, PN16 & ASME B16.5, 150 lbs  
Combiflange DN 200 / 8 inch,  
similar EN 1092-1/11, PN16 & ASME B16.5, 150 lbs

Sicherheitshinweis: Die Streben dürfen nur entfernt werden, wenn durch konstruktive Maßnahmen oder Sicherheitseinrichtungen der Zugang zu den beweglichen Teilen ausgeschlossen wird.  
Security advice: only remove the safety bar when the access to movable parts can be excluded by constructional measures or other safety devices.

Gewicht ca. -  
weight approx. 5772 lbs

**VOGELSANG**

www.vogelsang.info  
© Vogelsang GmbH & Co. KG

MAS1415	<b>Systemlösung RedUnit XRL-CC+RC</b> <b>XRL186-520QD - CC55-D1 + RCQ43</b>
Version: A	
28.01.2022	
Name: Willer	Geprüft: Völz

Alle Maße in mm, Maßänderungen vorbehalten  
Maße ohne Toleranzangabe DIN ISO 2768-v  
all dimensions in mm, changes of dimensions reserved  
dimensions without indication of tolerances acc. to DIN ISO 2768-v

# LANDIA BIOCHOP®

## HYGIENISATION TANK

**A well-proven complete solution with a solid and compact design as well as high treatment capacity**

EU-regulations allow for the use of by-products from the food- and waste industry in biogas plants. However, it is a requirement that the by-products\* must be heat-treated at 70°C for one hour. The Landia BioChop® ensures that these EU-requirements are complied with so the by-products can be used for biogas production and the remains are spread as fertilizer on the fields.

The Landia BioChop® hygienisation tank has a simple design with reliable components of high quality. The hygienisation tank achieves a unique synergy through the combination of well-tested products that ensure shredding of particles, efficient mixing, effective heat transfer and transfer pumping after completed batch.

The Landia BioChop® hygienisation tank is delivered complete with user-friendly PLC for regulation, monitoring and registration of the hygienisation process.

\*particles must not exceed 12 mm prior to the hygienisation process.



### MATERIALS AND OPTIONS

Tank	AISI 304 AISI 316 (option)
Insulation jacket	Alu-zinc AISI 316 (option)
Wash nozzle	Option

## PIPE CONNECTIONS

Inlet pipe	DN 100, PN 10
Outlet pipe	DN 100, PN 10
Ventilation pipe	DN 100, PN 10
Discharge pipe	DN 100, PN 10

## GATE VALVES

Pneumatic, supply pressure max.	10 bars
---------------------------------	---------

## PLC

Landia delivers the tank with a complete PLC solution that can be fully integrated with existing local control system. The interface on the tank is a 7" touch screen, but the system can also be operated remotely via TeamView.

Information regarding temperature, level of filling and other measures can be read directly or shared to existing local control system via e.g. ProfiNET.

Furthermore, the PLC logs all the required information for each batch to comply with the EU requirements.



## PUMP

The Landia chopper pump is installed on the bottom of the tank ensuring bottom-to-top circulation of the biomass and preventing dead zones in the tank. The chopper pump's knife system reduces the particle size for the benefit of the heating process and following handling. Furthermore, the pump can be used for emptying of the tank, which can typically be done in a few minutes depending on the installation's requirements of flow and pressure.

All pump components in contact with the liquid is available in cast iron, hardened or acidproof stainless steel.

Further information about the pump can be found in the pump data sheet.



## MIXER

An angled mixer is installed in the side of the tank and ensures proper homogenising and movement in the tank for the benefit of the heat transfer from the heating jacket to the liquid. Mixer size and propeller are customised for the specific project. All materials in contact with the media is stainless steel and can be upgraded to acid proof steel if required.

Further information regarding the pump can be found in the pump data sheet.



## INSTALLATION

The tank must be located frost free on an even and stable base.

All pipe connections must be made with pipe compensator.

The installation is described in more detail in the specific installation guide provided with the tank.

**CONNECTION HOT WATER HEATING JACKET**

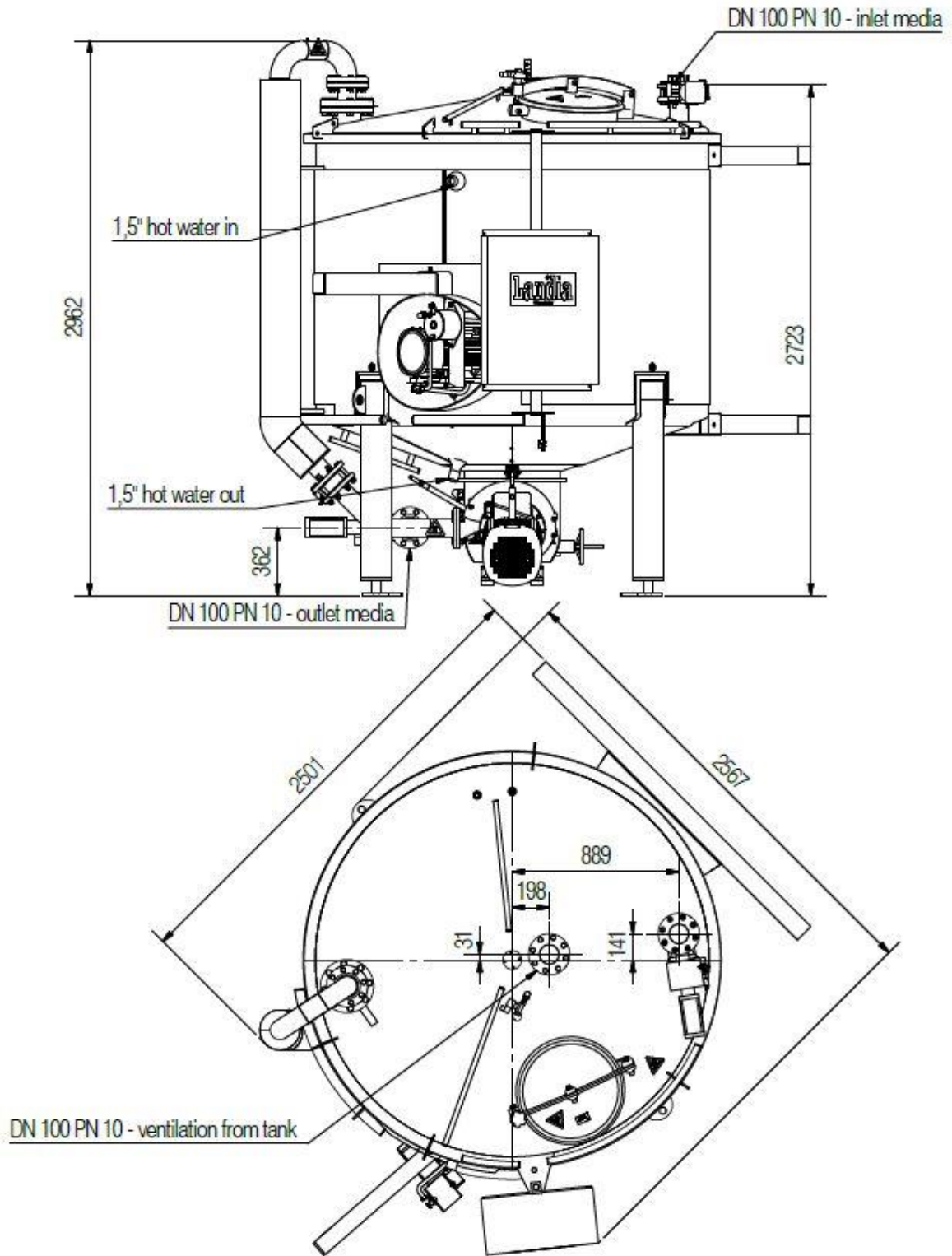
Type	Item no.	Tank size	Indicative net batch volume	Process time (excl. filling and emptying)	Pressure in process tank	Maximum pressure on the heating jacket	Weight empty incl. pump and mixer	Weight full incl. pump and mixer
BioChop		[ m <sup>3</sup> ]	[ m <sup>3</sup> ]	[ Timer ]	[ Bar ]	[ Bar ]	[ kg ]	[ kg ]
2.5 m <sup>3</sup> hygienisation tank	2911002	2.5	1.8	3 – 3.5	0	3.3	900	3,400
5.0 m <sup>3</sup> hygienisation tank	2911005	5	4.5	3.5 - 4	0	3.3	1,270	6,270
8.0 m <sup>3</sup> hygienisation tank	2911008	8	7.5	3.5 – 4.5	0	3.3	1,900	9,900
25 m <sup>3</sup> hygienisation tank	2911025	25	23.5	5 - 6	0	3.3	2,430	27,430

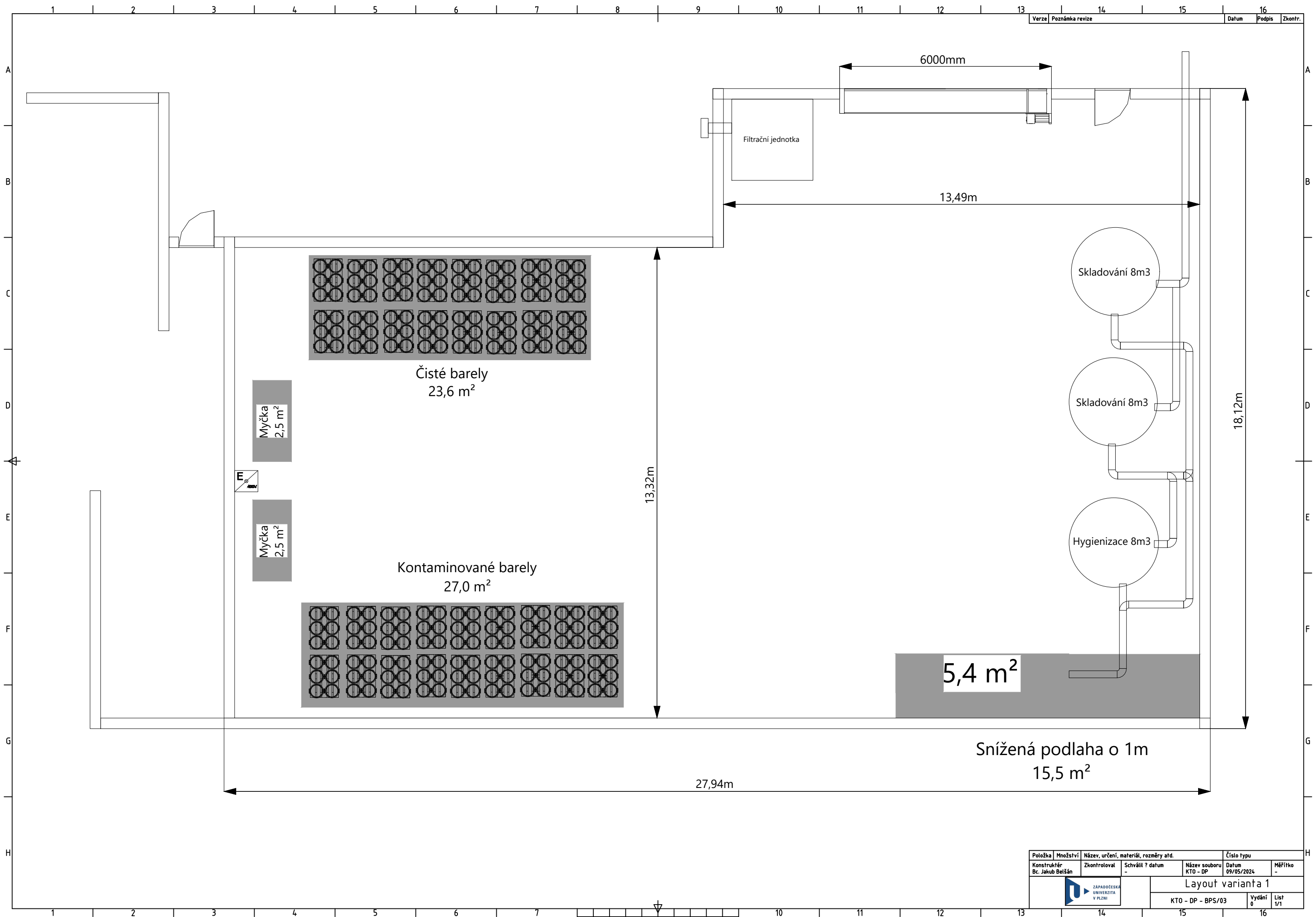
Type	Item no.	Connection of water to/from heating jacket	Flow heating jacket	Drop of pressure over heating jacket	Energy demand during process time (per batch) at starting temperature 10°C (in water)	Flow temperature of heat-up water	Peak power need
BioChop		[ Pipe thread ]	[ L/h ]	[ Bar ]	[ kWh ]	[ °C ]	[ kW ]
2.5 m <sup>3</sup> hygienisation tank	2911002	1.0"	2,500	0 – 0.8	175	85-95	250
5.0 m <sup>3</sup> hygienisation tank	2911005	1.5"	5,000	0 – 0.8	350	85-95	450
8.0 m <sup>3</sup> hygienisation tank	2911008	1.5"	8,000	0 – 0.8	558	85-95	800
25 m <sup>3</sup> hygienisation tank	2911025	2.5"	25,000	0 – 0.8	1,850	85-95	2,350

\*If the maximum heat demand is not available, it will result in a prolonged heating time. Most of the heating period will take place with a lower energy intake due to a lower temperature difference between the heating source and the liquid.

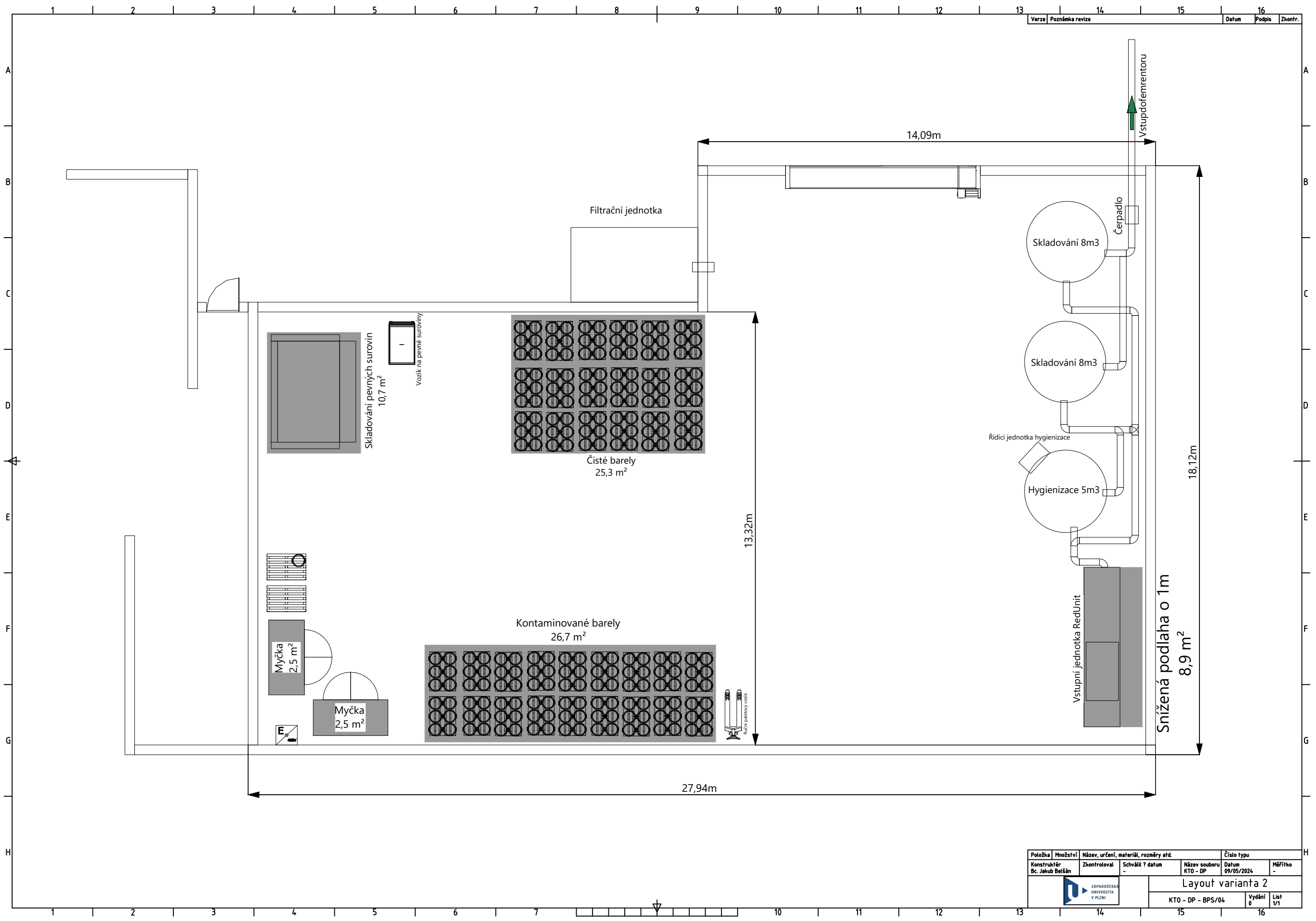
The return temperature of the heating water must expectedly be 5-10°C higher than the liquid temperature.

### GENERAL ARRANGEMENT DRAWING, 5.0 m<sup>3</sup> TANK





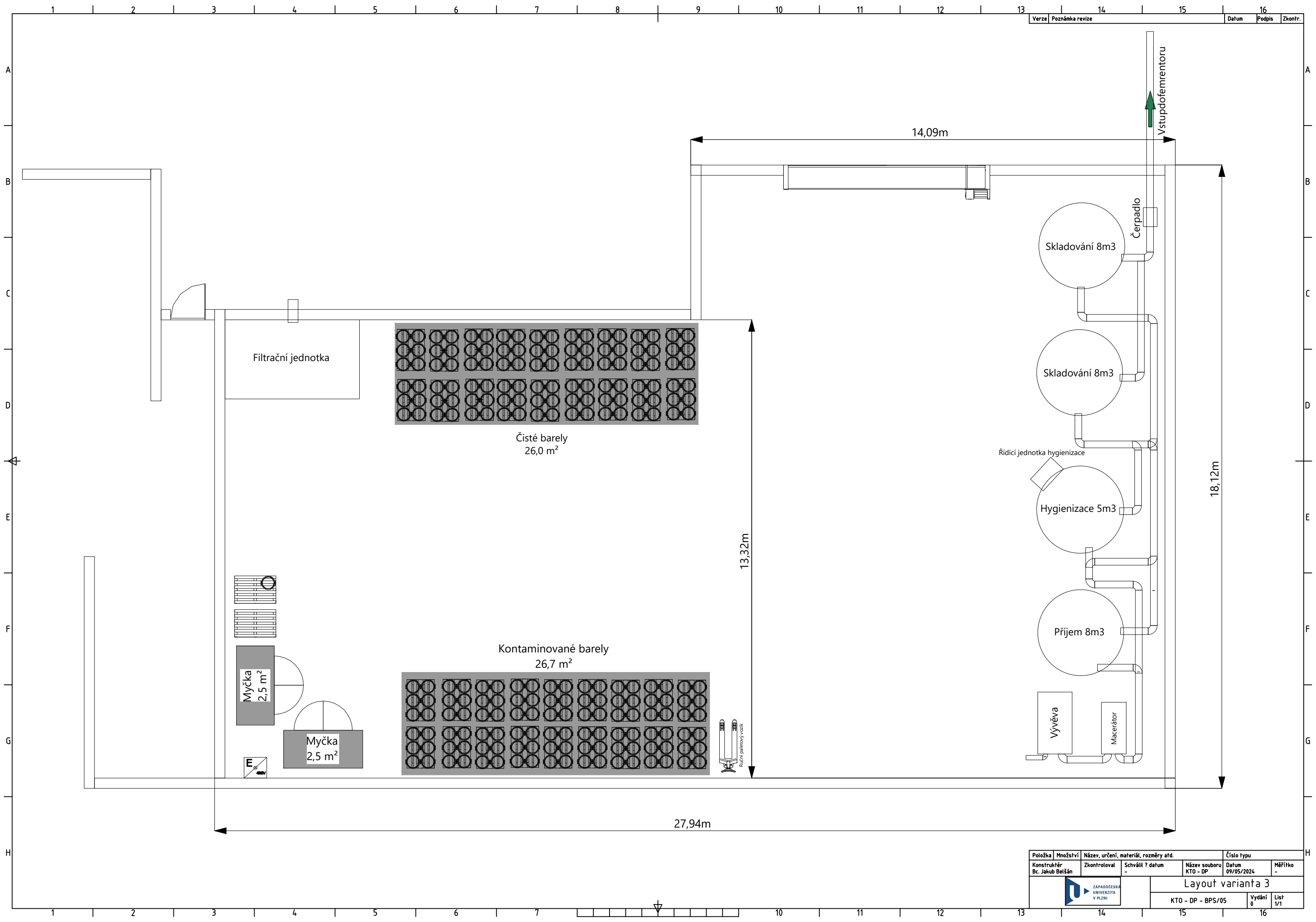
Položka	Množství	Název, určení, materiál, rozměry atd.	Číslo typu
Konstruktor Bc. Jakub Belšán	Zkontroloval -	Schválil ? datum -	Název souboru KTO - DP
		Datum 09/05/2024	Měřítka -
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI			Layout varianta 1
		Vydání 0	Lišt 1/1
			KTO - DP - BPS/03



Verze	Poznámka revize	Datum	Podpis	Zkontr.
16				

Položka	Množství	Název, určení, materiál, rozměry atd.	Číslo typu
Konstruktor	Zkontrolovat	Schválil ? datum	Název souboru
Bc. Jakub Belšán	-	-	KTO - DP
ZAPADŮZECKÁ UNIVERZITA V PLZNI			Datum 09/05/2024
Měřítko -			Layout varianta 2
KTO - DP - BPS/04			Vydání 0
			Str 1/1





Verze	Poznámka revize	Datum	Podpis	Zkontr.
13				

Položka	Množství	Název, určení, materiál, rozměry atd.	Číslo typu
Konstruktor	Zkontroloval	Schválil ? datum	Název souboru
Bc. Jakub Belšán		-	KTO - DP
ZAPADOCESKÁ UNIVERZITA V PLZNI			Číslo typu
			09/05/2024
			Měřítka
			-
Layout varianta 3			
KTO - DP - BPS/05			Vydání
			0
			Stránka
			1/1