



Studie proveditelnosti pro akci:

MODERNIZACE KALOVÉHO A ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ÚČOV PRAHA

Stavba č. 6963 Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově – Etapa 0003 – Kalové hospodářství (Koncepte projektové a inženýrské přípravy – Etapa A, B), Návrh konceptu Energetického hospodářství ÚČOV (Koncepte projektové a inženýrské přípravy – Etapa C)

Zhotovitel: D plus projektová a inženýrská, a.s.
Sokolovská 16/45A, 186 00,
Praha 8 – Karlín

d plus
PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ A.S.

Objednatel: Pražská vodohospodářská
společnost a.s.
Evropská 866/67
160 00 Praha 6

PVS PRAŽSKÁ
VODOHOSPODÁŘSKÁ
SPOLEČNOST a.s.

Prosinec 2022
Březen 2023

(Etapa A, B)
(Etapa C)

ZÁKLADNÍ ČLENĚNÍ STUDIE

1. **TECHNICKÁ ZPRÁVA**
2. **ZÁKLADNÍ SCHÉMATA**
3. **SITUAČNÍ VÝKRESY**
4. **VIZUALIZACE**
5. **ETAPIZACE VÝSTAVBY**
6. **HARMONOGRAM PŘÍPRAVY A REALIZACE**
7. **ANALÝZA ŘEŠENÍ ENEROCENTRA ÚČOV**
8. **MODEL ENERGETICKÉ BILANCE ÚČOV**
9. **DOKLADOVÁ ČÁST**
10. **HLAVNÍ STAVEBNÍ OBJEKTY**
 - 10.0 SO 00 - Zemní práce a zakládání
 - 10.1. SO 01 – Bourací práce
 - 10.2. SO 02 – Směsná jímka SSK
 - 10.3. SO 03 – Vyhnívací nádrže
 - 10.4. SO 04 – Manipulační nádrže
 - 10.5. SO 05 – Objekt zahušťování kalů
 - 10.6. SO 06 – Plynojemy
 - 10.7. SO 07 – Úpravna bioplynu
 - 10.8. SO 08 – Hořáky zbytkového plynu
 - 10.9. SO 09 – Energocentrum ÚČOV
 - 10.10. SO 10 – Objekt strojního odvodnění a nakládání odvodněného stabilizovaného kalu
 - 10.11. SO 11 – Ostatní budovy a objekty
 - 10.12. SO 12 – Spojovací potrubí
 - 10.13. SO 13 – Komunikace a zpevněné plochy
 - 10.14. SO 14 – Stavební příprava pro FVE
 - 10.15. SO 15 – Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů
 - 10.16. SO 16 – Objekt na úpravu fugátů
 - 10.17. SO 17 – Objekt post-THP

Kompletní seznam příloh je uveden v závěru studie v kapitole: *O. Seznam příloh*.
Seznam použitých zkratek je uveden na konci zprávy.

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Obsah

A. Úvod	11
A.1 Identifikační údaje	11
A.2 Základní pojmy	12
A.3 Zdůvodnění zpracování studie proveditelnosti	14
A.4 Výchozí podklady	15
A.4.1 Seznam rozhodujících podkladů	15
A.4.2 Návaznost na „Studii proveditelnosti KH 2019“	16
A.4.3 Vazby na projektovou dokumentaci SVL	17
A.4.4 Vazby na projektovou dokumentaci NVL	18
A.4.5 Vazby na projekt Biometan	20
A.5 Rozsah očekávaných výsledků a výstupů	21
A.6 Popis struktury studie a vzájemné provázanosti	22
B. Popis stávajícího kalového a energetického hospodářství ÚČOV	23
B.1 Popis stávajícího kalového a plynového hospodářství	23
B.1.1 Produkce kalů	25
B.1.2 Stabilizace kalů	28
B.1.3 Odvodnění kalů	30
B.1.4 Objemová bilance kalového hospodářství	33
B.1.5 Produkce a zpracování bioplynu	34
B.1.6 Návaznost na další chystané akce	36
B.1.7 Vyhodnocení poloprovozních pokusů zaměřených na termickou hydrolýzu	38
B.2 Popis stávajícího energetického hospodářství	40
B.2.1 Kogenerační jednotky	41
B.2.2 Kotelna	42
B.2.3 Napájení elektrickou energií	43
B.2.3.1 Soupis elektro technologie v EGC	43
B.2.3.2 Soupis elektro technologie v PTS2	45
B.2.3.3 Soupis elektro technologie v PTS4	46
B.2.4 Energetická bilance ÚČOV ve stávajícím stavu	47
B.2.4.1 Bilance bioplynu	47
B.2.4.2 Bilance elektrické energie	48
B.2.4.3 Tepelná bilance	49

C.	Analýza výhledové produkce kalů	52
C.1	Vstupní podmínky pro analýzu výhledové produkce kalů	52
C.2	Analýza dat o produkci kalů	53
C.3	Scénáře výhledové produkce kalů a výsledky	55
C.3.1	Scénář 1 - Maximální produkce bioplynu	55
C.3.1.1	Popis scénáře	55
C.3.1.2	Vstupní data	56
C.3.1.3	Výpočet množství a kvality kalů	56
C.3.2	Scénář 2 - Maximální efektivita hospodaření s chemikáliemi a čištění odpadních vod, standardní produkce bioplynu (inspirováno stávajícím provozem)	57
C.3.2.1	Popis scénáře	57
C.3.2.2	Vstupní data	58
C.3.2.3	Výpočet množství a kvality kalů	59
C.3.3	Scénář 3 - Varianta sníženého zatížení (krizový scénář pro případ COVID, ekonomická krize apod.)	59
C.3.3.1	Popis scénáře	59
C.3.3.2	Vstupní data	60
C.3.3.3	Výpočet množství a kvality kalů	60
C.4	rovnání produkce kalů pro jednotlivé scénáře	61
C.5	Posouzení dimenzování kalového hospodářství ÚČOV dle předpokládaného demografického vývoje hl. m. Prahy do roku 2050	62
C.5.1	Predikce produkce kalů a bioplynu	63
C.6	Dimenzování kalového hospodářství	65
C.6.1	Produkce kalů	65
C.6.2	Návrh objemu vyhnívacích nádrží	66
C.6.3	Balance produkce bioplynu a vyhnílého kalu	68
D.	Analýza a návrh procesní technologie kalového hospodářství	70
D.1	Varianty technologie stabilizace kalů	70
D.1.1	Základní pojmy	70
D.1.2	Termofilní anaerobní stabilizace (TAD)	72
D.1.2.1	Schéma procesu TAD	72
D.1.3	Teplotně fázová anaerobní stabilizace (TPAD)	74
D.1.3.1	Schéma procesu TPAD	75
D.2	Porovnání technologických procesů v podmínkách účov	78
D.2.1	Porovnání procesů TAD a TPAD	78
D.2.2	Porovnání potřeby tepla na ohřev kalu s a bez rekuperace	83
D.3	Výstupy z analýzy procesních technologií a doporučení pro technologické uspořádání KH	85

E. Koncepce modernizace a přestavby KEH.....	86
E.1 Návrh cílového stavu kalového hospodářství	86
E.1.1 Variantní řešení modernizace KH.....	86
E.1.1.1 Vyhodnocení variantního řešení	89
E.1.2 Základní koncepce cílového návrhu modernizace KH.....	90
E.1.2.1 Produkce a příprava kalů.....	91
E.1.2.2 Stabilizace kalů	92
E.1.2.3 Manipulační nádrže a odvodnění a nakládka kalů.....	93
E.1.2.4 Plynové hospodářství	94
E.1.2.5 Variantní objekty KH.....	96
E.2 Návrh cílového stavu energetického hospodářství	97
E.2.1 Bioplyn	98
E.2.1.1 Úprava na biometan	98
E.2.1.2 Kotelna	100
E.2.1.3 Kogenerace	100
E.2.2 Nízkopotencionální teplo z vyhníých kalů	101
E.2.3 Nízkopotencionální teplo z vyčištěných odpadních vod.....	102
E.2.4 Fotovoltaické elektrárny.....	106
E.2.4.1 1. etapa simulace FVE	107
E.2.4.2 2. Etapa simulace (maximální pokrytí kontejnmentu NVL)	110
E.2.4.3 FVE – závěry a shrnutí	111
E.2.5 Posouzení ostatních energetických zdrojů	112
E.2.5.1 MVE na odtoku OV z SVL a NVL bez realizace projektu NPT.....	112
E.2.5.2 MVE na odtoku OV z SVL a NVL společně s realizací projektu NPT	115
E.2.5.3 Začlenění MVE Povodí Vltavy s.p. do EH ÚČOV	116
 F. Koncepce stavebně technického řešení	 117
F.1 Základní charakteristika řešení.....	117
F.2 Seznam předpokládaných SO	118
F.3 Stavebně technické řešení jednotlivých předpokládaných SO	119
F.3.1 SO 00 – Zemní práce a zakládání	119
F.3.1.1 Geologické a hydrogeologické poměry.....	119
F.3.1.2 Stavební jáma	119
F.3.1.3 Zakládání stavebních objektů	120
F.3.2 SO 01 – Bourací práce	122
F.3.3 SO 02 – Směsná jímka SSK	123
F.3.4 SO 03– Vyhnívací nádrže.....	123
F.3.5 SO 04 – Manipulační nádrže	123
F.3.6 SO 05 – Objekt zahušťování kalů	124
F.3.7 SO 06 – Plynojemý	124

F.3.8	SO 07 – Úpravna bioplynu	125
F.3.9	SO 08 – Hořáky zbytkového plynu	125
F.3.10	SO 09 – Energocentrum ÚČOV	126
F.3.11	SO 10 – Objekt strojního odvodnění a nakládání odvodněného stabilizovaného kalu	127
F.3.12	SO 11 – Ostatní budovy a objekty	127
F.3.13	SO 12 - Spojovací potrubí	128
F.3.14	SO 13 - Komunikace a zpevněné plochy	129
F.3.15	SO 14 - Stavební příprava pro FVE	129
F.3.16	SO 15– Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů	129
F.3.17	SO 16 - Objekt na úpravu fugátu	130
F.3.18	SO 17 - Objekt post-THP	130

G. Koncepce technologického vstrojení.....131

G.1	Základní charakteristika řešení	131
G.2	Seznam předpokládaných PS	131
G.3	technologické řešení jednotlivých předpokládaných PS	132
G.3.1	Strojní část	132
G.3.1.1	PS 01 – Demontáž stávajícího technologického vstrojení	132
G.3.1.2	PS 02 – Směsná jímka SSK	133
G.3.1.3	PS 03 – Vyhňivací nádrže	133
G.3.1.4	PS 04 – Manipulační nádrže	134
G.3.1.5	PS 05 – Objekt zahušťování kalů	134
G.3.1.6	PS 06 – Plynojemy	135
G.3.1.7	PS 07 – Úpravna bioplynu	135
G.3.1.8	PS 08 – Hořáky zbytkového plynu	136
G.3.1.9	PS 09 – Energocentrum ÚČOV	137
G.3.1.10	PS 10 – Strojní odvodnění a nakládání odvodněného stabilizovaného kalu	138
G.3.1.11	PS 11 – Ostatní technologická zařízení	140
G.3.1.12	PS 14 – Fotovoltaika	140
G.3.1.13	PS 15 - Příjem a příprava gastroodpadů	141
G.3.1.14	PS 16 - Objekt na úpravu fugátů	141
G.3.1.15	PS 17 - Objekt post-THP	141
G.3.2	Elektro část	141
G.3.2.1	Návrh řešení napájení kalového hospodářství	142
G.3.2.2	Návrh napájení technologie v západní části prostoru kalového hospodářství	145
G.3.2.2.1	Napájení z nového objektu PTSX	146
G.3.2.3	Návrh napájení technologie ve východní části prostoru kalového hospodářství	147
G.3.2.3.1	Napájení z nového EGC	147
G.3.3	Měření a regulace	148

G.3.3.1	Souhrn základních požadavků v souladu s Konceptí ASŘTP ÚČOV	149
G.3.3.2	Programové vybavení.....	149
G.3.3.3	Vstupně/výstupní jednotky.....	150
G.3.4	Řídicí systém (SCADA)	151
H.	Energetická bilance ÚČOV a varianty využití energetického potenciálu	152
H.1	Vývoj energetiky	152
H.2	Cíl – energetická optimalizace ÚČOV jako celku.....	153
H.3	Vývoj energetického hospodářství ÚČOV	154
H.3.1	Vývoj produkce a zpracování bioplynu	154
H.3.1.1	Bioplyn v období do modernizace Kalového hospodářství	154
H.3.1.2	Bioplyn v období během a po ukončení modernizace Kalového hospodářství	155
H.3.1.3	Bioplyn – shrnutí.....	158
H.4	Variantní využití energetického potenciálu	158
H.5	Energetický management a monitoring	159
H.5.1	Energetický monitoring	159
H.5.1.1	Předběžná identifikace klíčových oblastí spotřeby energie	159
H.5.1.2	Instalace senzorů a měřičů.....	160
H.5.1.3	Propojení senzorů a měřičů s centrálním systémem pro sběr dat.....	160
H.5.1.4	Vizualizace sbíraných dat a jejich analýza	160
H.5.1.5	Příprava podkladů pro energetický management	161
H.5.1.6	Dlouhodobé sledování výsledků energetického monitoringu	162
H.5.2	Energetický management.....	162
I.	Odhad investičních nákladů.....	164
J.	Zásady organizace výstavby	166
J.1	Vymezení předpokládaného staveniště.....	166
J.2	Vazby v rámci ÚČOV.....	169
J.3	Návrh etapizace výstavby.....	170
J.4	Orientační časový plán	182
K.	Návrh další projektové a inženýrské přípravy	183
L.	Závěry, shrnutí	184
M.	Podklady	185
N.	Zkratky použité v textu	186
O.	Seznam příloh	189

Seznam vložených obrázků

Obrázek 1 – Znázornění stěžejních etap přestavby ÚČOV, umístění KH.....	15
Obrázek 2 – Struktura a provázanost studie proveditelnosti.....	22
Obrázek 3 – Situace stávajícího stavu KH.....	23
Obrázek 4 – Blokové schéma stávajícího kalového hospodářství ÚČOV.....	25
Obrázek 5 – Graf produkce surového kalu v letech 2012-2022.....	34
Obrázek 6 – Statistika produkce bioplynu za roky 2012-2022.....	35
Obrázek 7 – Schéma napojení technologie projektu Biometan na stávající technologii úpravy bioplynu.....	37
Obrázek 8 – Graf spotřeby bioplynu za roky 2012-2022.....	47
Obrázek 9 – Statistika spotřeby a produkce elektrické energie za roky 2012-2022.....	49
Obrázek 10 – Výhledová analýza kalů: porovnání produkce kalů pro jednotlivé scénáře.....	61
Obrázek 11 - Graf predikce produkce kalů do roku 2050.....	64
Obrázek 12 – Graf produkce bioplynu do roku 2050.....	64
Obrázek 13 – Schéma TAD – zimní podmínky.....	73
Obrázek 14 – Schéma TAD – letní podmínky.....	73
Obrázek 15 – Schéma TPAD – Alternativa A - zimní podmínky.....	76
Obrázek 16 – Schéma TPAD – Alternativa A - letní podmínky.....	76
Obrázek 17 - Schéma TPAD – Alternativa B - zimní podmínky.....	77
Obrázek 18 - Schéma TPAD – Alternativa B – letní podmínky.....	77
Obrázek 19 - Variantní řešení modernizace KEH – zavržená varianta č. 1.....	88
Obrázek 20 - Variantní řešení modernizace KEH – původní návrh vybrané varianty č. 2.....	89
Obrázek 21 – Situační uspořádání vybrané cílové varianty řešení KH.....	90
Obrázek 22 – Blokové schéma produkce a přípravy kalů.....	92
Obrázek 23 – Blokové schéma rozvodu a zpracování bioplynu.....	95
Obrázek 24 – Základní rozdělení energetických zdrojů ÚČOV.....	97
Obrázek 25 – Schéma uspořádání systému pro přípravu tepla pro distribuční síť.....	102
Obrázek 26 – Přehledná situace projektu využití NPT.....	103
Obrázek 27 – Vizualizace předběžného návrhu energocentra pro využití tepla z OV.....	104
Obrázek 28 – Místa vytipovaná pro umístění fotovoltaických panelů – 1.Etapa – var.A.....	107
Obrázek 29 – FVE: graf reálné měsíční produkce.....	109
Obrázek 30 – Maximalistické řešení FVE na kontejneru NVL – 2. etapa.....	110
Obrázek 31 – Graf návrhu MVE pro SVL a NVL.....	113
Obrázek 32 – Umístění povodí MVE Podbaba.....	116
Obrázek 33 – Definované stavební objekty.....	117
Obrázek 34 – Umístění napájecích objektů – v cílovém stavu.....	142
Obrázek 35 – Rozdělení prostoty KH z pohledu dodávky EN – západní část.....	144
Obrázek 36 - Rozdělení prostoty KH z pohledu dodávky EN – východní část.....	145
Obrázek 37 - Graf produkce bioplynu a výroby elektrické energie na KGJ.....	157
Obrázek 38 – Ukázka vizualizace dat.....	161
Obrázek 39 - Předpokládaný rozsah území, do kterého zasáhne výstavba (stávající stav objektů).....	167
Obrázek 40 - Rozsah území výstavby včetně ploch pro zařízení staveniště.....	168
Obrázek 41 – Vizualizace 1.etapy výstavby.....	171

Obrázek 42 – Vizualizace 2. etapy výstavby.....	172
Obrázek 43 – Vizualizace 3. etapy výstavby.....	173
Obrázek 44 – Vizualizace 4. etapy výstavby.....	174
Obrázek 45 – Vizualizace 5. etapy výstavby.....	175
Obrázek 46 – Vizualizace 6. etapy výstavby.....	176
Obrázek 47 – Vizualizace 7. etapy výstavby.....	177
Obrázek 48 – Vizualizace 8. etapy výstavby.....	178
Obrázek 49 – Vizualizace 9. etapy výstavby.....	179
Obrázek 50 – Vizualizace 10. etapy výstavby.....	180
Obrázek 51 – Vizualizace cílového stavu	181

Seznam vložených tabulek

Tabulka 1 – Znečištění odpadní vody na vstupu do SVL a do biologického stupně.....	17
Tabulka 2 – Produkce primárního kalu SVL.....	17
Tabulka 3 – Návrhové parametry aktivací nádrže	18
Tabulka 4 - Bilance znečištění přivedeného na novou vodní linku při souběhu provozu NVL a SVL	19
Tabulka 5 - Bilance produkce směsi primárního a terciálního kalu při souběhu NVL a SVL pro suché počasí	19
Tabulka 6 - Zahuštění přebytečného aktivovaného kalu na odstředivkách pro souběh provozu NVL a SVL pro suché počasí.....	19
Tabulka 7 - Objemová bilance kalového hospodářství a fugátů v roce 2022	33
Tabulka 8 – Objemová bilance produkce a spotřeby bioplynu za rok 2022	35
Tabulka 9 – Specifikace KGJ.....	41
Tabulka 10 - Provozní statistiky KGJ za roky 2019 až 2021	42
Tabulka 11 – Specifikace kotlů kotelny.....	43
Tabulka 12 -Roční bilance spotřeby elektrické energie.....	48
Tabulka 13 – Bilance elektrické a tepelné energie za rok 2022	50
Tabulka 14 – Analýza kalů, produkce kalů m ³ /den	53
Tabulka 15 - Analýza kalů, koncentrace VL v kalech (%)	53
Tabulka 16 - Analýza kalů, koncentrace VL ZŽ v kalech (%)	54
Tabulka 17 – Analýza kalů, produkce kalů (t/den)	54
Tabulka 18 – Výhledová analýza kalů: Scénář 1. a) – množství a kvalita kalu	57
Tabulka 19 - Výhledová analýza kalů: Scénář 1. b) – množství a kvalita kalu	57
Tabulka 20 - Výhledová analýza kalů: Scénář 2 – Stanovení koeficientů navýšení produkce kalů.....	58
Tabulka 21 - Výhledová analýza kalů: Scénář 2 – množství a kvalita kalu	59
Tabulka 22 - Výhledová analýza kalů: Scénář 3 – snížené zatížení	60
Tabulka 23 – Výhledový stav zatížení ÚČOV	62
Tabulka 24 – Predikce produkce kalů a bioplynu do roku 2050.....	63
Tabulka 25 – Produkce kalů pro dimenzování KH (Scénář č. 2).....	66
Tabulka 26 – Velikost objemu stávajících VN a návrh objemu nových VN	67
Tabulka 27 – Zatěžovací parametry nových VN	67

<i>Tabulka 28 – Bilance produkce bioplynu</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 29 – Bilance surového a vyhnílého kalu</i>	<i>69</i>
<i>Tabulka 30 – Přehledová tabulka porovnání procesů TAD a TPAD</i>	<i>83</i>
<i>Tabulka 31 – Porovnání potřeby tepla na ohřev kalu s bez rekuperace tepla.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabulka 32 – Porovnání ohřevu kalu rekuperací pro různé modifikace procesu.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabulka 33 – FVE: měsíční reálná produkce</i>	<i>109</i>
<i>Tabulka 34 – Základní parametry pro návrh turbín na odtoku OV z SVL a NVL.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabulka 35 – Předpokládané požadavky na dodávku EN pro jednotlivé SO</i>	<i>143</i>
<i>Tabulka 36 - Seznam objektů napájených z NN rozvody v novém objektu PTSX</i>	<i>146</i>
<i>Tabulka 37 - Seznam objektů napájených z NN rozvody v objektu nového EGC.....</i>	<i>148</i>
<i>Tabulka 38 – Statistika produkce a spotřeby bioplynu v letech 2017-2022.....</i>	<i>154</i>
<i>Tabulka 39 – Odhad investičních nákladů pro stavební objekty</i>	<i>165</i>
<i>Tabulka 40 – Celkové investiční náklady na modernizace kalového hospodářství</i>	<i>165</i>
<i>Tabulka 41 – Časová osa koncepčního řešení ÚČOV.....</i>	<i>182</i>

A. ÚVOD

A.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název akce:	Stavba č. 6963 Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově – Etapa 0003 – Kalové hospodářství (Koncepte projektové a inženýrské přípravy – Etapa A, B), Návrh koncepte Energetického hospodářství ÚČOV (Koncepte projektové a inženýrské přípravy – Etapa C)
Objednatel:	PRAŽSKÁ VODOHOSPODÁŘSKÁ SPOLEČNOST A.S. Evropská 866/67, Vokovice, 160 00 Praha 6
Zastoupená:	Ing. Pavlem Válkem, MBA, předsedou představenstva Mgr. Martinem Velíkem, předsedou představenstva
Pověřená osoba:	Ing. Jiří Rosický, ředitel divize strategických investic Mgr. Jan Lukeš, vedoucí úseku strategických investic
Zpracovatel:	D-PLUS PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ a.s. Sokolovská 16/45, 186 00 Praha 8
Generální ředitel:	Ing. Miroslav Douša
Technický ředitel:	Mgr. Otakar Novotný
Vedoucí projektu:	Ing. Jindřich Sláma, Ph. D.
Na projektu spolupracovali:	Ing. Kamila Danielová Zdeněk Danihelka (strojně-technologická část) Ing. Karolína Borská (stavební část) Ing. Arch. Hana Sněhotová Ing. Arch. Kateřina Zípková Ing. Radek Vojta Ing. Petr Novotný
Odborná spolupráce:	
Pražské vodovody a kanalizace, a. s.:	Ing. Milan Lánský, Ph.D. (vedoucí odd. technologie OV) Ing. Martin Srb, Ph.D. (manažer útvaru technologie vod) Bc. Petr Čech (manažer provozu ÚČOV)
SWECO Hydroprojekt a.s.	Ing. Karel Hartig, CSc. (procesní technologie KH)
INGOS s.r.o.	Ing. Dušan Koriták (elektro část) Josef Šafránek (elektro část)
Datum zpracování:	prosinec 2022 (Etapa A, B) březen 2023 (Etapa C)
Č. akce objednatele:	11HMP13
Zakázkové číslo zpracovatele:	4713/2022

A.2 ZÁKLADNÍ POJMY

Technologie čištění odpadních vod je navržena tak, aby odstranila nežádoucí složky z odpadní vody a separovala je v dále zpracovatelné formě. Tyto nežádoucí složky se koncentrují především v čistírenském kalu. V objektech a zařízeních **kalového hospodářství** jsou patogenní, toxické nebo jinak nebezpečné látky v čistírenském kalu upravovány na (pokud možno) zdravotně nezávadný odpadní produkt, který může být za stanovených podmínek i dále využíván.

Proces čištění odpadních vod zároveň může být zdrojem energie, která se zde potenciálně nachází v různých formách (bioplyn, nízkopotencionální teplo, aj.). Soubor technických zařízení a budov sloužících k nakládání s energiemi se nazývá **energetické hospodářství**.

V souvislosti s kalovým a energetickým hospodářstvím Ústřední čistírny odpadních vod jsou ve Studii používány následující pojmy:

- **Anaerobní stabilizace (rozklad)** – soubor biochemických reakcí, při nichž směsná kultura mikroorganismů postupně rozkládá bez přístupu vzduchu organické látky (substrát) v surovém směsném kalu. Konečným produktem je stabilizovaný (vyhnilý kal) obsahující organické látky, které nepodléhají dalšímu rozkladu, narostlou biocénózu a bioplyn. Podrobný popis – viz kapitola D.1.1.
- **Bioplyn** – směs plynů, která vzniká během anaerobní stabilizace organických materiálů. Skládá se zejména z metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2). V závislosti na druhu rozkládaného substrátu obsahuje vedle těchto hlavních složek i další příměsi. Jedná se především o křemík Si a sulfan H_2S .
- **Biometan** – vyčištěný bioplyn obsahující alespoň 95 % metanu. Má srovnatelné vlastnosti jako zemní plyn. Biometan může představovat alternativu zemního plynu ve všech sférách využití.
- **Čistírenský kal** – suspenze anorganických a organických látek, které byly odstraněny z odpadní vody v technologickém procesu čistírny odpadních vod. Je to směs vody a pevných látek oddělených z odpadní vody.
- **Fugát** – odstředěná voda (také kalová voda, filtrát) ze strojního zahušťování nebo odvodňování kalů.
- **Gastroodpad** – biologicky rozložitelná hmota, která vzniká v restauracích, jídelnách, ve výrobnách potravin a v provozech obdobného charakteru.
- **Kofermentace** – společný anaerobní rozklad (vyhňování) čistírenských kalů s externími substráty (např. tekutými odpady, gastroodpady atp.).
- **Kogenerace** – je kombinovaná výroba elektrické energie a tepla. V čistírenském provozu spočívá ve spalování bioplynu v upravených zážehových nebo spalovacích motorech, které jsou spojeny s agregátem pro výrobu elektrické energie. Odpadní teplo z chlazení motorů je poté využito k výrobě teplé vody, k vytápění.
- **Kosubstrát** – externí substrát přidávaný do čistírenských kalů za účelem kofermentace.

- **Manipulační nádrže** – po procesu stabilizace se vyhnílý kal z vyhnívacích nádrží krátce akumuluje v manipulačních nádržích a následně se odvodňuje.
- **Mokrý jímka** – zažitý název pro jímku směsného surového kalu. Zde dochází k smíchání jednotlivých kalových proudů z obou vodních linek.
- **Nízkopotencionální teplo** – je teplo, jehož přímé využití je s ohledem na nízkou teplotu teplotonosné látky nemožné. Tak, aby mohlo být nízkopotenciální teplo využito k vytápění či ohřevu teplé vody, je třeba ho převést na teplotu vyšší. K tomuto účelu využívá tepelné čerpadlo fyzikálních jevů spojených se změnou skupenství v závislosti na tlaku pracovní látky – chladiva.
- **Nová vodní linka** – technologická linka ÚČOV (řazený proces jednotlivých čistících operací od nátoku po odtok vyčištěných odpadních vod) uvedena do provozu v roce 2018.
- **Primární surový kal** – usaditelné látky v surové odpadní vodě (kal separovaný z usazovacích nádrží mechanického nebo chemicko-mechanického stupně).
- **Přebytečný aktivovaný kal** – přebytečná biomasa z biologického růstu, kal z dosazovacích nádrží. Před vstupem do kalového hospodářství kal nejprve projde gravitačním a chemickým předzahuštěním.
- **Odvodňování kalu** – cílem odvodňování vyhnílého kalu je odstranění co nevyššího množství vody, čímž dojde k výraznému snížení objemu zbylého materiálu. Následná manipulace s odvodněným sedimentem je rychlejší a levnější. Při strojním odvodňování je kal zpracováván pomocí odstředivky či pásolisů.
- **Stávající vodní linka** – technologická linka ÚČOV (řazený proces jednotlivých čistících operací od nátoku po odtok vyčištěných odpadních vod) realizovaná v šedesátých letech minulého století.
- **Stabilizace kalu** – neutralizuje nebezpečné vlastnosti kalu, které brání jeho dalšímu využívání nebo způsobují problémy s jeho manipulací. Stabilizovatelnost se liší v závislosti na složení kalu, použitých technologiích a zařízeních. Kal lze považovat za stabilizovaný, jestliže nepůsobí škodlivě ve vztahu k životnímu prostředí. Nejrozšířenějším způsobem stabilizace kalu je **anaerobní stabilizace**.
- **Směsný surový kal** – celkový směsný surový kal vstupující do kalového hospodářství. V podmínkách ÚČOV vzniká smícháním všech kalových proudů z nové i stávající vodní linky, tj. primárních i přebytečných kalů. Směs vzniká v směsné jímce surových kalů (tzv. mokrá jímka).
- **Termická hydrolýza** – proces, kdy dochází k rozkladu organických materiálů na jednodušší a lépe rozložitelné materiály (jedná se o složky organického kalu, které není možné rozložit pomocí klasického anaerobního rozkladu, případně by trval příliš dlouhou dobu) pomocí působení vyšších teplot až 170 °C a tlaku 10 bar.
- **Vyhnívací nádrže** – nádrž, ve které probíhá anaerobní stabilizace kalu.

- **Zahušťování kalu** – cílem je zvýšit koncentraci pevných látek v kalu natolik, aby bylo další nakládání s tímto materiálem (např. při dávkování do vyhnívacích nádrží) efektivní. Při strojním zahušťování se používají např. pásové zahušťovače nebo odstředivky.

A.3 ZDŮVODNĚNÍ ZPRACOVÁNÍ STUDIE PROVEDITELNOSTI

Základní koncepce kompletní přestavby a modernizace ústřední čistírny odpadních vod v Praze (dále jen „ÚČOV“) - byla rozdělena celkem do sedmi etap. Mezi stěžejní etapy patří:

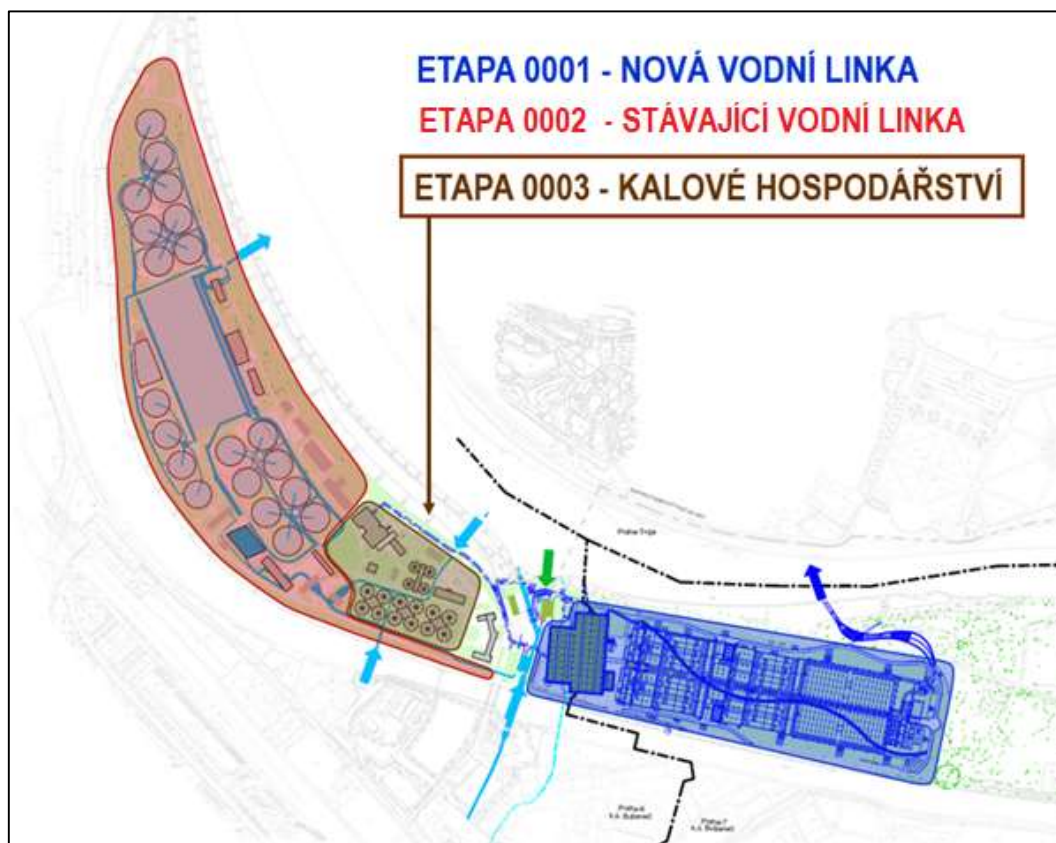
- Etapa 0001 – Nová vodní linka (dále jen „NVL“)
- Etapa 0002 – Stávající vodní linka (dále jen „SVL“)
- Etapa 0003 – Kalové hospodářství (dále jen „KH“)

Výstavba NVL byla dokončena v roce 2018 uvedením NVL do zkušebního provozu. Od 1.1.2022 je NVL v trvalém provozu. Druhá etapa, tj. rekonstrukce SVL, je momentálně ve fázi dokončené projektové a zadávací dokumentace pro výběr zhotovitele. Zahájení stavby se aktuálně předpokládá v 07/2024, uvedení do zkušebního provozu pak v 02/2028.

Stavba č. 6963 "Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově, etapa 0003 - kalové hospodářství (KH)", je třetí hlavní částí modernizace a rekonstrukce ÚČOV. Kalové hospodářství slouží pro obě vodní linky (NVL i SVL). Po celou dobu své existence procházelo kalové hospodářství řadou úprav a modernizací. Kalové hospodářství má v současném stavu vysokou účinnost a dobré využití energetického potenciálu. K jeho základním problémům ale patří nedostatečné objemy vyhnívacích nádrží a také stav stavebních konstrukcí těchto nádrží, které ve své původní podobě (přes provedené rekonstrukce) pochází z 60. let minulého století a kolem roku 2030 se tak budou blížit k hranici své životnosti.

V roce 2019 byla zpracována studie proveditelnosti pro kalové hospodářství, která podrobně posoudila možná variantní řešení. Závěry a doporučené řešení z tohoto materiálu jsou respektovány a dále rozvíjeny v této předkládané studii s celým názvem: „Modernizace kalového a energetického hospodářství ÚČOV, Stavba č. 6963, etapa 0003 – kalové hospodářství (Koncepce projektové a inženýrské přípravy – Etapa A, B), Návrh koncepce Energetického hospodářství ÚČOV (Koncepce projektové a inženýrské přípravy – Etapa C)“ – dále v textu označována jako „Studie“.

Předkládaná Studie zpracovává nejen návrh koncepce kalového hospodářství (etapa A, B) a na něj navazujícího energetického hospodářství (etapa C), které je s KH neodmyslitelně spjato, ale také řeší celkovou energetickou koncepci a bilanci ÚČOV (spotřebu a vlastní produkci elektrické energie, produkci a využití bioplynu, možnost využití nízpotenciálního tepla). Cílem Studie je návrh základní koncepce stavebně technického řešení a technologického vstrojení kalového a energetického hospodářství (dále jen „KEH“), včetně odhadu investičních a provozních nákladů (v aktuální cenové úrovni) tak, aby bylo možné stanovit časový a finanční plán komplexní přestavby a modernizace KEH.



Obrázek 1 – Znázornění stěžejních etap přestavby ÚČOV, umístění KH

A.4 VÝCHOZÍ PODKLADY

Celková koncepce řešení kalového hospodářství vychází z dříve zpracované studie proveditelnosti z roku 2019. Informace o produkci kalů pro jednotlivé vodní linky (NVL a SVL) jsou převzaty z jejich projektových dokumentací. Důležitým podkladem je také projektová dokumentace, k akcím již realizovaným (např. Hlavní čerpací stanice) nebo k projektům ve fázi přípravy/realizace (využití biometanu, nízkopotencionálního tepla). V této kapitole jsou uvedeny základní podklady, ze kterých Studie vychází a jejich stručná charakteristika.

A.4.1 Seznam rozhodujících podkladů

- **Stavba č. 6963 – Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově etapa 0003 – Kalové hospodářství** (studie proveditelnosti – 2019, zpracovatel – d-plus projektová a inženýrská a.s., Sweco Hydroprojekt a.s., EY Česká republika) – dále uváděno jako „**Studie proveditelnosti KH 2019**“
- Soubor projektové dokumentace – stavba č. 6963 "Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově, etapa 0001 - nová vodní linka (NVL)"

- **ÚČOV – Rekonstrukce stávající vodní linky (SVL)**, č. investiční akce 12G6500 (projektová dokumentace pro provádění stavby, 12/2022, d-plus projektová a inženýrská a.s., Sweco Hydroprojekt a.s.)
- **Biometan, využití kalového plynu na ÚČOV Praha** (dokumentace pro stavební povolení, 11/2020, AQUA PROCON, s.r.o.)
- **Využití nízkopotencionálního tepla odpadních vod z ÚČOV Praha** (studie, srpen 2022, AQUA PROCON s.r.o.)

A.4.2 Návaznost na „Studii proveditelnosti KH 2019“

Hlavní město Praha nechalo v roce 2019 zpracovat „Studii proveditelnosti ke stavbě č. 6963 „Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově, etapa 0003 – kalové hospodářství“. Cílem studie bylo provést odborné posouzení komplexního řešení Kalového hospodářství ÚČOV z hlediska technickoekonomických a enviromentálních parametrů vlastního KH a dále a z hlediska možné lokalizace KH.

Byla zpracována komplexní analýza možných technických řešení zpracování čistírenských kalů a jejich kombinací a dále byla vyhledána a posouzena možnost umístění nového KH nebo její části do vybraných lokalit. Výsledkem této analýzy bylo 6 variant uspořádání technologického procesu a 5 reálných lokalit. Matice 30-ti základních kombinací byla posouzena z hlediska legislativy, územní projednatelnosti, technického řešení, časové proveditelnosti a také z hlediska dostupných referencí o dané technologii.

Po tomto kroku byl počet reálných možností zúžen na 9 realizovatelných řešení. Grafické znázornění matice základních řešení a postup při výběru možností ze studie KH 2019 je znázorněn v [příloze č. 9.1. Dokladová část – Přehledné výstupy ze „Studie proveditelnosti KH 2019“](#).

Studie proveditelnosti KH 2019 dospěla k následujícím závěrům:

- **Z celé řady důvodů je nereálné základní zpracování kalů z ÚČOV z Císařského ostrova vymístit.**
- **Zásadní modernizaci a rekonstrukci kalového hospodářství je třeba provést nejpozději okolo roku 2030**, kdy už i částečně rekonstruované vyhnívací nádrže budou na hranici své životnosti.
- Ve studii byla navržena základní koncepce spočívající v tom, že **na Císařském ostrově bude ponecháno zpracování kalů spočívající v anaerobní termofilní stabilizaci kalů s produkcí bioplynu**. U bioplynu je uvažována mimo jeho přímého využití na vlastní výrobu elektrické energie a tepla také jeho úprava na biometan, s následným využitím v pražské středotlaké plynovodní síti.
- **Odvodněné stabilizované kaly budou odváženy k dalšímu zpracování mimo Císařský ostrov** (není předmětem této Studie).

Tato Studie závěry „Studie proveditelnosti KH 2019“ respektuje a dále rozpracovává doporučenou variantu zpracování kalů spočívající v anaerobní termofilní stabilizaci kalů s produkcí bioplynu v areálu ÚČOV na Císařském ostrově. Nad její rámec je pak v této Studii řešeno dodatečné porovnání variant procesní technologie stabilizace kalů (stávajícího anaerobní termofilního procesu a dvoustupňového termofilního procesu). Samostatně se Studie zabývá také vyhodnocením výsledků poloprovozních měření a doporučením ve věci možnosti účelného využití termické hydrolýzy (THP) – viz kapitola B.1.7.

A.4.3 Vazby na projektovou dokumentaci SVL

Projektová dokumentace stavby č. 6963 "Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově, etapa 0002 - stávající vodní linka (SVL)" se zabývá rekonstrukcí a modernizací stavebních objektů SVL a souvisejících technologických zařízení. Součástí SVL v uspořádání dle koncepce modernizace a přestavby ÚČOV z roku 2004 není kalové a energetické hospodářství. Toto je řešeno samostatně v rámci Etapy 0003. Rekonstruovaná stávající vodní linka (SVL) bude po dokončení pracovat souběžně s novou vodní linkou ÚČOV (NVL).

Projektová dokumentace stavby určuje mimo jiné množství a znečištění odpadních vod přiváděných na SVL po rekonstrukci a množství a kvalitu produkovaných kalů. Níže je uveden výtah z dokumentace související s předmětem této studie. Údaje použité ve studii jsou orámovány tučně.

	Přítok do SVL			Přítok do aktivace			Fugát (1 491 m ³ d)	
	mg/l	t/d	EO	mg/l	t/d	EO	mg/l	t/d
BSK ₅	297,7	48,2	803 659	202,5	32,8	546 488	1 558,4	2,32
CHSK	637,9	103,3	860 935	414,6	67,2	559 607	3 200,0	4,77
NL	347,1	56,2	1 022 025	180,5	29,2	531 453	2 900,0	4,32
Nc	60,5	9,8	890 318	53,8	8,7	792 383	1 560,0	2,33
Pc	6,9	1,1	445 425	5,6	0,9	360 795	62,5	0,09

Tabulka 1 – Znečištění odpadní vody na vstupu do SVL a do biologického stupně

		roční průměr	měsíční maximum	týdenní maximum	denní maximum
Sušina	t/d	27,0	34,5	51,0	53,5
Objem	m ³	449,6	575,8	850,4	892,3

Tabulka 2 – Produkce primárního kalu SVL

Sestava aktivace		roční průměr	měsíční maximum	týdenní maximum	denní maximum
objem post denitrifikace	m ³	15 414	15 414	15 414	15 414
objem post aerace	m ³	20 657	20 657	20 657	20 657
objem aktivace bez regenerace	m ³	130 043	130 043	130 043	130 043
koncentrace kalu v aktivaci	g/l	4,0	4,0	4,0	4,0
bilance kalu v aktivaci	kg	520 172	520 172	520 172	520 172
koncentrace kalu v regeneraci	g/l	7,6	7,6	7,6	7,6
bilance kalu v regeneraci	kg	141 018	141 018	141 018	141 018
bilance kalu celkem	kg	661 190	661 190	661 190	661 190
produkce přebytečného kalu	kg	25 221	33 329	18 385	19 458
celkové stáří kalu	den	26,2	19,8	35,9	33,9
objemové zatížení aktivace	kg/m ³ .d	0,254	0,308	0,222	0,230
zatížení kalu v aktivaci	kg/kg.d	0,064	0,077	0,055	0,058
zatížení kalu celkem	kg/kg.d	0,050	0,060	0,043	0,045

Tabulka 3 – Návrhové parametry aktivací nádrže

A.4.4 Vazby na projektovou dokumentaci NVL

Odpadní vody přiváděné stokovou sítí z území hlavního města Prahy byly v roce 2022 rozděleny mezi SVL: NVL v poměru 40:60. Do budoucna budou rozděleny v poměru 50:50.

NVL byla vybudována jako komplexně zakrytá, s nadzemním objektem hrubého předčištění, přičemž biologická část NVL a její třetí stupeň čištění jsou uloženy v betonovém kontejneru. Areál NVL je z převážné části koncipován jako veřejně přístupné území určené k rekreačnímu využití. Stavba byla dokončena v roce 2018.

Projektová dokumentace stavby „Stavba č. 6963, etapa 0001 – nová vodní linka“ určuje mimo jiné množství a znečištění odpadních vod přiváděných na NVL a množství a kvalitu produkovaných kalů. Údaje jsou uvedeny vždy ve variantách:

1. při souběhu NVL a SVL pro suché počasí
2. při souběhu NVL a SVL pro deštivé počasí
3. při odstávce SVL pro suché počasí
4. při odstávce SVL pro deštivé počasí

Níže je uveden výtah z dokumentace související s předmětem této studie. Údaje použité ve studii jsou označeny tučně – modře.

		Denní maximum	Týdenní maximum	Měsíční maximum	Roční průměr
BSK ₅	kg/den	72 450	66 600	58 250	48 375
CHSK	kg/den	185 750	170 350	156 500	132 750
NL	kg/den	153 250	144 925	130 750	92 275
Nc	kg/den	13 935	13 180	12 360	10 950
N-NH ₄	kg/den	7 245	7 040	6 330	5 600
Pc	kg/den	2 400	2 150	1 965	1 575
EO	-	1 207 500	1 110 000	970 834	806 250

Tabulka 4 - Bilance znečištění přivedeného na novou vodní linku při souběhu provozu NVL a SVL

		Denní maximum	Roční průměr
Produkce kalu – sušina	kg/d	120 589	73 258
Objem produkovaného kalu	m ³ /d	4 824	2 930
Procento zadržení nerozpuštěných látek	%	95,00 %	95,00 %
Bilance zahuštěného kalu	kg/d	114 560	69 595
Koncentrace zahuštěného kalu	g/l	60	60
Objem zahuštěného kalu	m ³ /d	1 909	1 160
Přepad – vratné proudy	-	-	-
Bilance NL ve vratných proudech	kg/d	6 029	3 663

Tabulka 5 - Bilance produkce směsi primárního a terciálního kalu při souběhu NVL a SVL pro suché počasí

		Denní maximum	Roční průměr
Produkce předzahuštěného kalu	kg/d	45 391	27 365
Průměrná koncentrace kalu	g/l	12	12
Objemová produkce kalu	m ³ /d	3 783	2 280
Efekt separace kalu	%	92,00 %	92,00 %
Produkce zahuštěného kalu	kg/d	41 760	25 175
Koncentrace zahuštěného kalu	g/l	60	60
Objem zahuštěného kalu	m ³ /d	696	420
Centrát - vratný proud	-	-	-
Bilance nerozpuštěných látek v centrátu	kg/d	3 631	2 189

Tabulka 6 - Zahuštění přebytečného aktivovaného kalu na odstředivkách pro souběh provozu NVL a SVL pro suché počasí

A.4.5 Vazby na projekt Biometan

V roce 2020 byla zpracovaná dokumentace pro stavební povolení: „*Biometan, využití kalového plynu na ÚČOV Praha*“ (AQUA PROCON, s.r.o.). Účelem projektu je postavit a provozně ověřit pilotní jednotku pro úpravu bioplynu na biometan v podmínkách ÚČOV a jejího kalového hospodářství.

Umístění stanice výroby biometanu je navrženo mezi stávající budovou energocentra a budovou úpravy kalového plynu. Výroba biometanu je navržena a realizována v kontejnerovém provedení. V tomto projektu je navržena pouze pilotní jednotka na kapacitu 250 m³/h vstupního bioplynu, což představuje zhruba 12 až 15 % z celkové produkce bioplynu na ÚČOV. Potrubí tzv. „těžebního plynovodu“ je však navrženo tak, aby umožnilo převedení prakticky veškeré současné produkce bioplynu po transformaci na biometan do plynovodní středotlaké sítě, a to až do množství 12 mil. Nm³/rok biometanu.

Výroba biometanu bude připojena v ulici Papírenská na středotlakou plynovodní rozvodnou síť ve správě Pražské plynárenské distribuce a.s., (dále PPD a.s.). Pro stavbu „Biometan, využití kalového plynu na ÚČOV Praha“ byly stanoveny následující návrhové parametry:

- Na vstupu do membránového čištění: max. 250 Nm³/h bioplynu.
- Na výstupu z membránového čištění: 160–200 Nm³/h biometanu (podle kvality vstupujícího bioplynu).
- „Těžební plynovod“ je dimenzován na množství 1 500 Nm³/h biometanu, což je množství odpovídající předpokládanému maximálnímu objemu bioplynu zpracovaného pro využití po úpravě na biometan v plynovodní síti jako náhrada zemního plynu.

V roce 2022 bylo vydáno stavební povolení a zahájena realizace stavby. Předpokládaná doba realizace je 14 měsíců s plánovaným uvedením do provozu v 06/2023.

A.5 ROZSAH OČEKÁVANÝCH VÝSLEDKŮ A VÝSTUPŮ

Studie sleduje dva základní cíle. Tím prvním je zpřesnění a detailnější rozpracování koncepce modernizace a přestavby kalového hospodářství v návaznosti na „Studii proveditelnosti KH 2019“. S kalovým hospodářstvím je logicky spjata řešení energetického hospodářství ÚČOV, navazujícího bezprostředně na vlastní KH. Nad rámec původního zadání ze strany HMP je v etapě C tato koncepce na základě požadavku PVS rozpracována do celkového řešení energetického hospodářství (a hospodaření) v rámci celého komplexu ÚČOV.

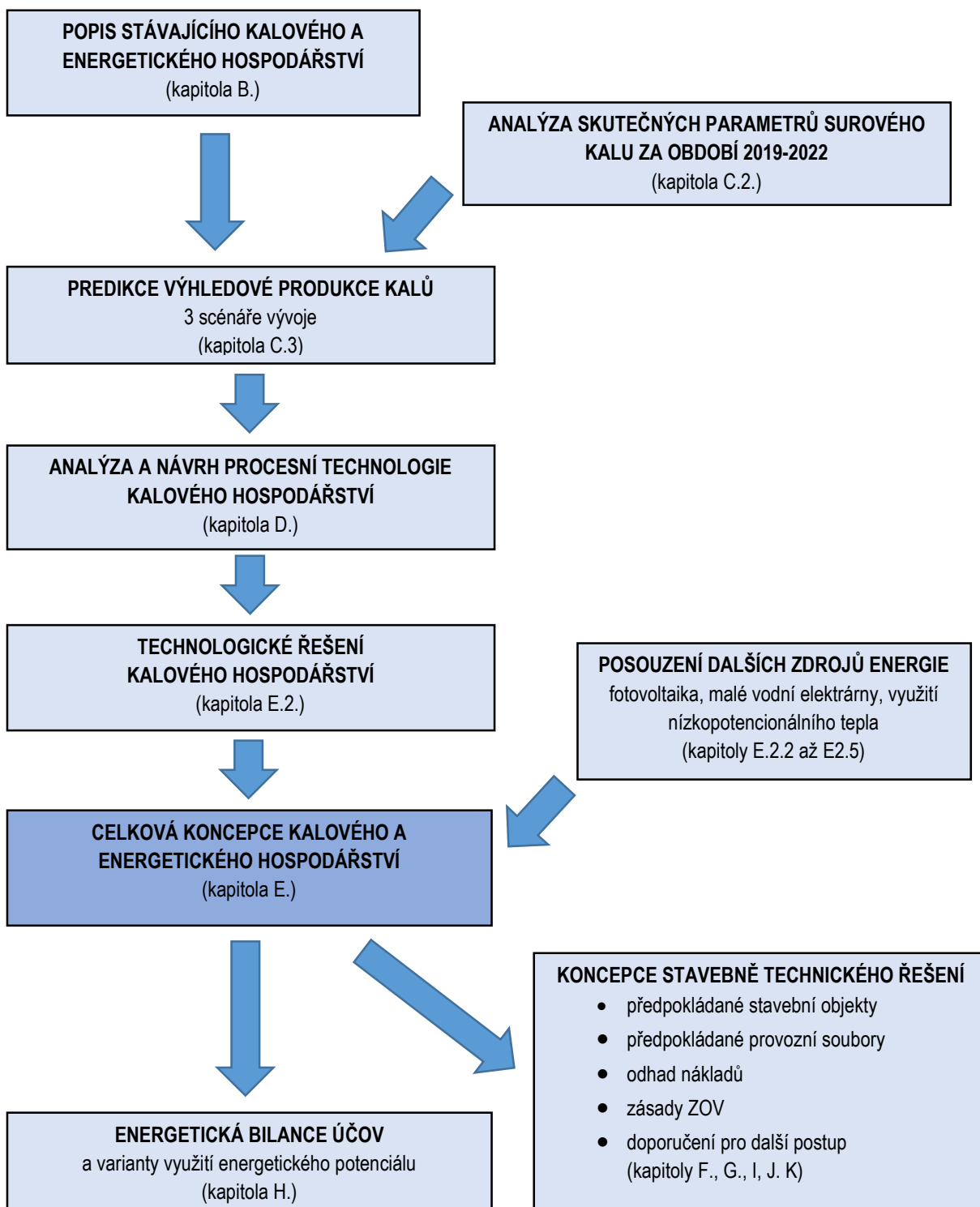
Na základě předpokládaných výstupů a návrhových parametrů KH je proto jako součást Studie řešena i celková energetická bilance ÚČOV, analýza a návrh využití jejího energetického potenciálu. Mimo zdrojů energie z KH (tj. bioplyn, el. energie a teplo z kogeneračních jednotek) jsou v rámci Studie posouzeny i další potencionální zdroje energie (fotovoltaika, malé vodní elektrárny, nízkopotencionální teplo odpadních vod). Cílem je energetická optimalizace ÚČOV jako celku.

Výstupem ze studie je příprava etapové modernizace kalového a energetického hospodářství. Jedná se především o následující výstupy:

- Koncepce stavebně technického řešení
 - Definování předpokládaných stavebních objektů (dále jen SO)
 - Základní popis stavebně technického řešení navrhovaných SO, a to včetně základní výkresové dokumentace (v podrobnosti odpovídající stupni projektu – Studie)
 - Vizualizace celkového řešení
- Koncepce technologického vstrojení
 - Definování předpokládaných provozních souborů (dále jen PS)
 - Základní popis PS a technologická schémata a výkresy odpovídající stupni projektové dokumentace, strojní a elektro část, MaR, řídicí systémy
- Odhad investičních a provozních nákladů
- Návrh etapizace výstavby
- Zásady organizace výstavby (dále ZOV)
- Harmonogram projektové přípravy a realizace
- Doporučení pro další investorskou přípravu

A.6 POPIS STRUKTURY STUDIE A VZÁJEMNÉ PROVÁZANOSTI

Návaznost jednotlivých částí studie proveditelnosti a jejich výstupů přehledně znázorňuje následující vývojový diagram.



Obrázek 2 – Struktura a provázanost studie proveditelnosti

Stávající kalové hospodářství (včetně plynového hospodářství) v rozsahu řešeném touto Studií **zahrnuje následující objekty:**

- B1** Mokrá jímka směsného surového kalu
- B2** Instalační kanál a armaturní šachta (hříbek)
- B3** Vyhnívací nádrže
- B4** Manipulační nádrže č. 1, 2, 3 na vyhníly kal
- B5** Manipulační nádrž č. 4 na přebytečný kal (na přebytečný kal z SVL)
- B6** Nová mokrá jímka směsného surového kalu
- B7** část: Odstředivky na zahušťování přebytečného kalu (na přebytečný kal z SVL)
- B7** část: Rozdělovací komora fugátu na SVL a NVL
- B8** Odstředivky na odvodňování vyhnílého kalu
- B9** Kalové silo, dopravníky kalu
- B10** Přejezdová váha
- B11** Zařízení na dezodorizaci kalu (součást B10 – Přejezdová váha)
- B12** Kalová čerpárna vyhnílého kalu
- B17** Výpustní místo C (součást B6 - NMJ SSK)
- C1** Plynovod
- C2** Úpravna bioplynu
- C3** Hořáky zbytkového plynu
- C4** Jednotka výroby biometanu (nový objekt, dokončení 2023, předp. zařazení do PŘ ÚČOV)
- G6** Sklady
- G7** Další objekty

Mimo tuto Studii stojí následující objekty kalového hospodářství (použito označení dle Provozního řádu ÚČOV):

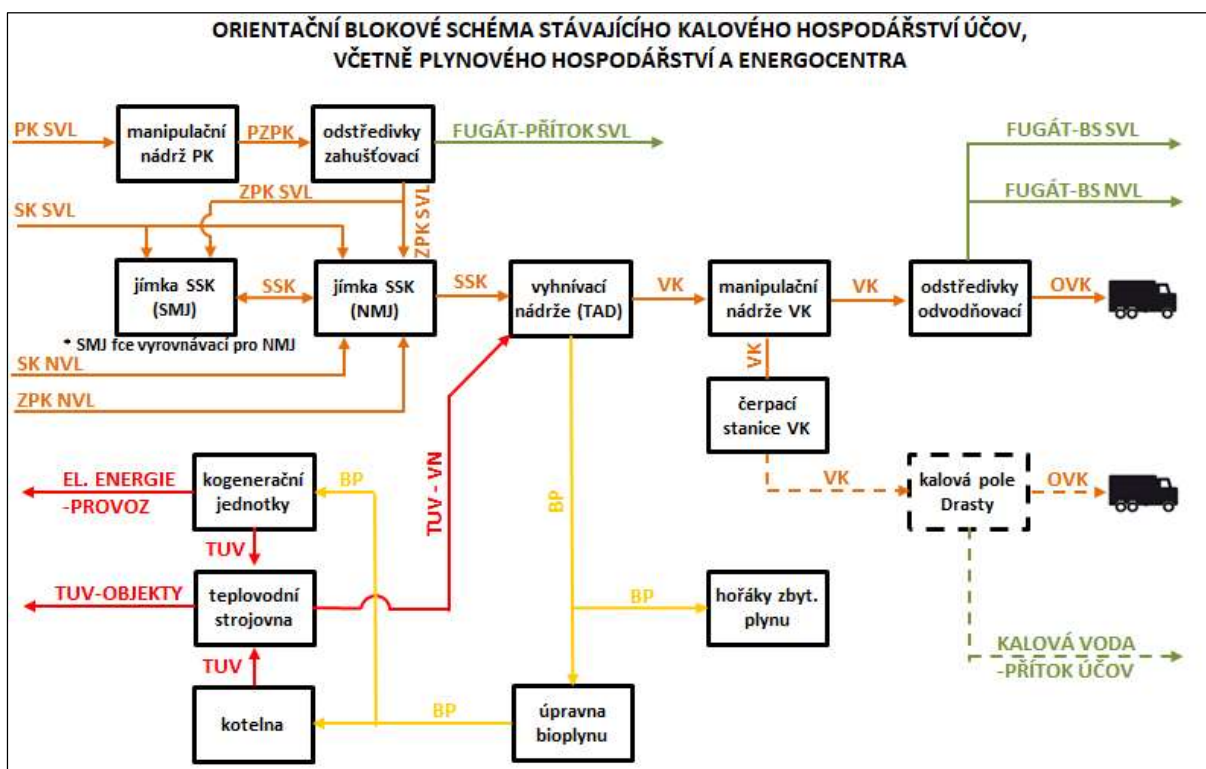
- B7** část: potrubí fugátu na SVL
- B13** Kalovod ÚČOV – KH Drasty
- B14** Katodová ochrana kalovodu
- B15** Kalové hospodářství Drasty
- B16** Přístav kalových lodí
- B18** Strojovna a potrubí na čerpání přebytečného kalu ze SDN
- B19** Čerpací stanice a potrubí přebytečného kalu z NDN
- B20** Spojná šachta přebytečného kalu
- B21** Potrubí fugátu na NVL

U výše uvedených objektů se předpokládá zachování stávajícího stavu pro objekty Kalového hospodářství Drasty (B13, B14, B15, B16 a B21). Ve Studii proveditelnosti KH 2019 byla tato lokalita komplexně posouzena. Z hlediska výše investičních nákladů na případnou rekonstrukci kalovodu a vybudování kolektoru na dopravu médií a také z hlediska poměrů v lokalitě (masivní bytová výstavba) se dále neuvažuje s jejím rozvojem a využíváním. Areál kalového hospodářství na Drastech je navíc již na území Středočeského kraje, což může komplikovat povolovací proces.

Dále nebudou ve Studii řešeny objekty, které jsou součástí rekonstrukce SVL (B7 v uvedené části, B18, B19 a B20).

Technologické uspořádání stávajícího KH, je přehledně zobrazeno na následujícím schématu (Obrázek 4), podrobněji pak také v [příloze č. 2.1. Blokové schéma kalového hospodářství – stávající stav](#).

Dále jsou pak v této kapitole popsány a vysvětleny jednotlivé procesy a provozní celky. Souhrn všech používaných zkratk, kterou jsou v textu použity je uveden na konci zprávy (kapitola N.).



Obrázek 4 – Blokové schéma stávajícího kalového hospodářství ÚČOV

B.1.1 Produkce kalů

Směs zahuštěných surových kalů (SSK), která vstupuje do kalového hospodářství ÚČOV, vzniká smícháním kalových proudů z SVL a NVL. To za stávajícího stavu probíhá ve směsné jímkě surových kalů (ve schématu označeno jako „jímka SSK“), která je označována také jako tzv. „mokrý jímka“.

Produkce kalů SVL

Primární surový kal (SK) je separován v usazovacích nádržích mechanického stupně (primární sedimentace) a biologický kal je pak separován v dosazovacích nádržích (sekundární sedimentace). Primární surový kal je odčerpáván přímo do tzv. „mokrý jímky“ (ve schématu označeno jako jímka SSK). Do mokré jímky je přiváděn rovněž přebytečný aktivovaný kal (PK) ten však nejdříve projde gravitačním a chemickým předzahuštěním ve dvouetážové zahušťovací nádrži MN4 (ve schématu ozn. jako manipulační nádrž PK) a následně finálním mechanickým zahuštěním na zahušťovacích odstředivkách. Fugát z těchto odstředivek je odveden na zpracování zpět na SVL.

Dále jsou blíže popsány objekty zahušťování přebytečného kalu SVL, které jsou za stávajícího stavu nedělitelnou součástí souboru objektů kalového hospodářství, a jsou tedy předmětem modernizace dle této Studie.

Manipulační nádrž na přebytečný kal (MN4 PK)

Manipulační nádrž slouží ke gravitačnímu předzahuštění přebytečného kalu za použití flokulantu. MN4 půdorysně doplňuje trojici manipulačních nádrží na vyhnílý kal a má s nimi společnou strojovnu. Stavebně-technologické řešení dvouetážové nádrže se v provozu příliš neosvědčilo. V současnosti běžně využívané optimalizované provozní nastavení, které poskytuje relativně dobré výsledky předzahuštění PK, představuje trvalé využití pouze jedné, a to konkrétně horní části nádrže.

průměr:	15,0 m
celková výška:	14,0 m
část nádrže pro zahušťování:	2 ks
objem jedné části:	612 m ³
objem nádrže s flokulantem:	1 m ³
čerpadlo flokulantu:	1 ks

Odstředivky na zahušťování přebytečného kalu

Zahušťovací odstředivky (označované také jako „BSC“ odstředivky) slouží k zahuštění přebytečného kalu (PK) před jeho čerpáním do tzv. „mokrý jímky“. Vstupní přebytečný kal má obvykle sušinu 0,7-1,2 %, zahuštěný přebytečný kal (ZPK) po průchodu odstředivkou má sušinu 5-7 %. Průtok přebytečného kalu jednou odstředivkou je max. 80 m³/hod. K dispozici je v současnosti celkem 5 zahušťovacích BSC odstředivek, které jsou za stávajícího stavu umístěny ve společném objektu s odstředivkami na odvodňování vyhnílého kalu. Počet strojů pro zahuštění PK a jejich výkony odpovídají době, kdy veškeré odpadní vody přitékaly jen na SVL. Kalová voda (fugát) ze zahušťovacích odstředivek je bez další akumulace přímo odváděn do areálové kanalizace, která jej spolu s odpadními vodami odvádí na začátek čistícího procesu SVL.

Kapacita zahušťovacích odstředivek (BSC):

počet odstředivek	5 ks
otáčky	2400 ot/min
max. objem plnění	1400 dm ³

dovolená hustota kalu	1,1 dm ³ /kg
max. průtok kalu 1 odstředivkou	80 m ³ /hod
celk. max. výkon odstředivek	400 m ³ /hod

Produkce kalů NVL

Surový kal NVL (SK NVL) vzniká jakožto směs primárního a terciárního kalu v nádrži P&T kalu. Primární kal na NVL je separován v 6 lamelových usazovacích nádržích označených Densadeg 4D (D4D). Primární kal ze dna kalové jímky D4D je čerpán do nádrže P&T kalu. Terciární kal je separován na NVL ve třech lamelových usazovacích nádržích Densadeg 2D (D2D) a následně je čerpán do nádrže P&T kalu. Směs primárního a terciárního kalu je možno zahustit ve třech gravitačních zahušťovacích nádržích nebo v jednotkách GDE, které jsou k dispozici celkem dvě, popř. lze oba způsoby zahuštění kombinovat. Zahuštěná směs surového primárního a terciárního kalu je následně čerpána samostatným potrubím do směšné jímky surových kalů (tzv. mokrá jímka) v prostoru KH.

Přebytečný kal je na NVL odebírán z potrubí vratného kalu a je předzahušťován pomocí zahušťovací nádrže Drainis Turbo. Gravitačně předzahuštěný kal je následně přes čerpací stanici kalu odebírán z Drainis Turbo (příp. z homogenizační jímky přebytečného kalu) a je strojně zahušťován na zahušťovacích odstředivkách vybavených lyžátovacím zařízením. Zahuštěný přebytečný kal (ZPK NVL) z odstředivek je poté čerpán do mokré jímky v prostoru KH.

Modernizací kalového hospodářství, tak jak je řešena v této Studii, nedojde ke změně staveb a technologií čištění odpadních vod a separace kalů NVL.

Směsný surový kal vstupující do kalového hospodářství ÚČOV vzniká smícháním a homogenizací všech výše uvedených kalových proudů SVL a NVL => SSK = SK SVL + ZPK SVL + SK NVL + ZPK NVL (viz Obrázek 4), což probíhá ve směšné jímce surových kalů (tzv. mokrá jímka). Historicky jsou v KH ÚČOV k dispozici celkem dvě mokré jímky. Příprava SSK včetně následného dávkování kalu čerpáním do VN nicméně za stávajícího stavu probíhají pouze v jedné z nich, a to konkrétně v „nové mokré jímce“ SSK, kam jsou přivedeny trasy kalů jak z SVL, tak i NVL. Podrobněji o obou mokrých jímkách a jejich stávajícím provozním využití pojednává odstavec níže.

Denní množství produkovaných kalů pro jednotlivé kalové proudy je uvedeno na str.53 v: *Tabulka 14 – Analýza kalů, produkce kalů m3/den*. Celková objemová bilance kalového hospodářství za rok 2022 je uvedena na str. 33 v *Tabulka 7 - Objemová bilance kalového hospodářství a fugátů v roce 2022*.

Jímky SSK (tzv. „mokrý jímky“)

Jak již bylo zmíněno výše, v KH ÚČOV jsou pro směsný surový kal k dispozici celkem dvě jímky – tzv. „nová mokrá jímka“ (NMJ), a pak „stará mokrá jímka“ (SMJ). V obou případech se jedná se o podzemní nádrže se dvěma komorami a strojovnou. NMJ SSK byla dokončena v roce 2018, v souvislosti s výstavbou a uvedením NVL do provozu, kdy v přípravě SSK a jeho dávkování do VN zcela nahradila původní SMJ, přičemž do jejích komor jsou zavedeny kalové trasy z obou linek. Původní SMJ, do které je možné přivádět pouze kaly ze SVL, sice zůstala zachována, nicméně se spuštěním NMJ byla odstavena mimo běžný provoz. Běžný provoz je reprezentován přítokem všech kalů do NMJ a odtud následným dávkováním SSK do jednotlivých 1. stupňů vyhnívacích nádrží.

I když NMJ byla oproti SMJ vyprojektována s vyšší kapacitou kalových komor, zkušební provoz NVL ukázal, že za určitých mezních situací dojde k prudkému zvýšení produkce primárního kalu z nádrží D4D NVL (možné např. při dlouhotrvající intenzivní srážce). Potom při technologickém požadavku rovnoměrného dávkování SSK do VN, nemusí ani NMJ svou kapacitou vyhovovat. Důsledkem případného vyčerpání kapacity NMJ je pak časově kratší či delší přerušení odtahu kalů z linek.

S ohledem na tento problém a v souvislosti s přípravou na rekonstrukci SVL, kdy odpadní vody bude čistit pouze NVL, byla PVS v roce 2022 zahájena realizace investičního opatření, kterým dochází k doplnění existujících propojení mezi NMJ a SMJ, strojního vybavení SMJ a ŘIS ÚČOV tak, aby SMJ mohla plnit funkci vyrovnávací kapacity pro NMJ. Bude-li NMJ přeplněna, část kalů z ní bude automaticky přečerpána do SMJ, odkud se bude přečerpávat zpět do NMJ a k dávkování do VN po návratu systému do normálu. Tím v zásadě dochází ke zvýšení kapacity NMJ pro mimořádné situace. Propojení mezi NMJ a SMJ je naznačeno ve schématu viz Obrázek 4. Investiční opatření bude dokončeno v roce 2023.

Nová mokrá jímka disponuje tzv. „výpustními místy“ (souhrnně označeny jako „výpustní místo C“), prostřednictvím kterých se k surovým kalům v komorách jímky v současnosti přijímají **kosubstráty**, jenž jsou tvořeny na ÚČOV dovezenými tekutými či kašovitými biologicky rozložitelnými odpady (převážně se jedná o směsi tuků a olejů z odlučovačů tuků). V současnosti dovážené množství kosubstrátů, (v poměru ke kalům z vodních linek je jen velmi malé, v jednotkách procent) nelze oddělit od kalů a v následující analytické části této studie je tedy obsaženo v současné produkci kalů. Směsný surový kal spolu s dovezenými kosubstráty je v akumulčních komorách směsné jímky trvale homogenizován pomocí čerpadel s rotačními tryskami. Dřívější výpustní místa na SMJ SSK jsou mimo provoz.

Kapacita objektu NMJ SSK:

Počet komor:	2ks
Užitný objem 1 komory:	250 m ³
Celkový užitný objem:	500 m ³

Kapacita objektu SMJ SSK:

Počet komor:	2ks
Užitný objem 1 komory:	150 m ³
Celkový užitný objem:	300 m ³

B.1.2 Stabilizace kalů

Ze směsné jímky je homogenizovaný směsný surový kal následně čerpán do vyhnívacích nádrží kalového hospodářství ÚČOV. Ve vyhnívacích nádržích probíhá anaerobní stabilizace (vyhnívání) směsného surového kalu, při kterém se vyvíjí bioplyn.

Vyhnívací nádrže

Celkový počet nádrží je 12 jednotek, které tvoří 3 čtveřice, které mají vždy společnou strojovnu. Ve vyhnívacích nádržích, dochází k anaerobní stabilizaci SSK za současného vývinu bioplynu.

Zdrojem bioplynu je biochemický rozklad organických látek směsného surového kalu za účasti různých typů anaerobních mikroorganismů (bakterií), které za nepřítomnosti kyslíku štěpí komplexní organické látky na jednodušší sloučeniny a ty dále transformují až na bioplyn.

Vyhnívací nádrže jsou vybaveny systémy pro míchání obsahu. Vyhnívání kalu v nich probíhá ve dvoustupňovém termofilním procesu, do nějž jsou nádrže technologicky uspořádány. V šesti VN I. stupně se kal pomocí tepelných výměníků na horkou vodu distribuovanou z teplovodní strojovny ohřívá na potřebné procesní teploty běžně okolo 55 až 56°C. Kal z VN I. stupně se už bez dalšího ohřevu přečerpává do VN II. stupně, kde dohřívá, a výstupní vyhníly kal (VK) se pak vypouští do manipulačních nádrží, za nimiž následují objekty a technologie odvodňování kalů.

VN I. stupně mají pevné vrchlíky, na šesti VN II. stupňů jsou nasazeny šroubové plynojemy. Jednotlivé dvojice VN I. a II. stupně jsou vzájemně plynově propojeny a bioplyn vznikající v každé VN je přes tzv. přístavky s ventilátorem ke zvyšování tlaku plynu potrubím distribuován do areálových plynovodů ÚČOV, na které jsou už připojeny jednotlivé jeho spotřebiče.

Pro mimořádné případy, jestliže by z jakýchkoli důvodů nebylo možné veškerou produkci surových kalů z čištění odpadních vod stabilizovat ve vyhnívacích nádržích, disponuje stávající kalové hospodářství ÚČOV technologiemi na periferiích odvodňovacích odstředivek, kterými lze stabilizaci surových kalů po jejich odvodnění zajišťovat úpravou vápnem (viz dále popis *Alternativní řešení pro mimořádné události*). Surové kaly odkloněné mimo vyhnívací nádrže nejsou potom využitelným zdrojem bioplynu.

Dále jsou uvedeny základní údaje o VN dle provozního řádu.

Kapacita objektu Vyhnívací nádrže I°:

počet VN	6	ks
vnitřní průměr	20	m
výška	11,7	m
hloubka dna pod terénem	7	m
výška vrchlíku	6,5	m
celková výška nádrže (součet)	25,2	m
teoret. kalový objem 1 VN	5 156	m ³
užitný kalový objem 1 VN	4 383	m ³
celkový užitný objem	26 298	m ³

Kapacita objektu Vyhnívací nádrže II°:

počet VN	6	ks
vnitřní průměr	20	m
výška	11,7	m
hloubka dna pod terénem	7	m
výška vrchlíku	6,5	m
celková výška nádrže (součet)	25,2	m
teoret. kalový objem 1 VN	4 695	m ³
užitný kalový objem 1 VN	3 991	m ³
celkový užitný objem	23 946	m ³
provozní zdvih plynojemu	0,5-3,5	m
objem plynojemu max.	1 200	m ³
celkový max. objem plynojemů	7 200	m ³

Vyhnívací nádrže – celková kapacita:

celkový užitný objem	50 244 m ³ *
celkový max. objem plynojemů	7 200 m ³

* Pozn.: Objem VN dle provozního řádu. Pro výpočet zatížení VN ve stávajícím stavu byly použity hodnoty mírně snížené hladiny kalu v důsledku pění (využitelný objem 46 860 m³) – viz kapitola C.6.2.

Jednotlivé strojovny vyhnívacích nádrží jsou společně s objektem teplovodní strojovny propojeny tzv. „**instalačním kanálem**“. Jedná se o průchozí podzemní objekt, kterým vede několik různých potrubí (potrubí směsného surového kalu, vyhnílého kalu, kalové vody, zahuštěných přebytečných kalů, teplovodu, pitné vody a přebytečného kalu). V místě mezi objekty manipulačních nádrží a energocentra je vybudována kruhová armaturní šachta zvaný „**hříbek**“. V hříbku jsou na jednotlivých potrubích umístěna šoupátka, která umožňují manipulaci v případě mimořádných událostí, kdy je třeba změnit nastavené trasy.

B.1.3 Odvodnění kalů

Po procesu stabilizace se vyhnílý kal (VK) z druhého stupně vyhnívacích nádrží krátce akumuluje v manipulačních nádržích a následně se odvodňuje na odstředivkách.

Manipulační nádrže VK

Manipulační nádrže (MN) především slouží jak k akumulaci vyhnílého kalu, tak k vyrovnání nerovnoměrností, které zcela běžně vznikají mezi jeho produkcí a následujícím provozem strojního odvodnění kalu. K dispozici na vyhnílý kal jsou celkem 3 nádrže, každá o účinném objemu 2 474 m³. Manipulační nádrže jsou válcové, železobetonové postavené do čtveřice společně s MN4. Mezi nádržemi je umístěna budova strojovny.

Kapacita objektu Manipulační nádrže 1 – 3:

počet MN:	3	ks
průměr:	15	m
výška:	14	m
užitný kalový objem 1 MN:	2 474	m ³
celkový užitný objem:	7 422	m ³

Odvodňovací odstředivky

K odvodnění vyhnílého kalu slouží 4 odstředivky. Odvodňovací (CP) odstředivky za stávajícího stavu jsou umístěny ve společném objektu s odstředivkami na zahušťování přebytečného kalu z SVL. Dalšími podstatnými součástmi dnešního objektu odstředivkárny jsou stanice přípravy flokulantu pro odvodňování a dvě jímky na fugát přitékající z odvodňovacích odstředivek. Jímky vyrovnávají nerovnoměrnosti mezi produkcí fugátu a potřebou jeho plynulého dávkování do biologických částí obou linek ÚČOV. Čerpadly za jímkami se fugát z objektu odstředivek dopravuje do venkovní podzemní armaturní komory, kde se celkový čerpaný proud fugátu rozděluje mezi trubní trasu do regeneračních nádrží SVL a obdobnou trubní trasu do regeneračních nádrží NVL. Vstupní vyhnílý kal má obvykle sušinu 2,5 - 3%, odvodněný kal za odstředivkou má obvykle sušinu 24 - 28%.

Kapacita odvodňovacích odstředivek (CP):

počet odstředivek	4	ks
max. provozní otáčky – CP1 a CP2	1200	ot/min
max. provozní otáčky – CP3 a CP4	2100	ot/min
max. objem plnění – CP1 a CP2	1555	dm ³
max. objem plnění – CP1 a CP2	1230	dm ³

dovolená hustota kalu	1,4	dm ³ /kg
max. průtok kalu 1 odstředivkou	80	m ³ /hod
celk. max. výkon odstředivek	320	m ³ /hod

Dopravní trasy a nakládka odvodněných stabilizovaných kalů (OSK)

Odvodněný kal opouští ÚČOV ve velkoobjemových uzavíratelných kontejnerech na soupravách nákladních vozidel s vlekem. Nakládka odvodněného kalu do kontejnerů probíhá na venkovní ploše pod objektem odstředivek, a to buď prostřednictvím automatického polohovacího ramene, které postupně plní kontejnery připravené k tomu účelu na určených pozicích na ploše, nebo přes silo, které umožňuje krátkodobou akumulaci kalu. Silo se prázdní postupně, vysypáváním obsahu do kontejneru naloženém na vozidle. Běžně převládá automatická nakládka polohovacím ramenem. Sila se typicky využívá v případech vyčerpání kapacity kontejnerů či kapacity dopravních prostředků (přepravy kalů z ÚČOV), za zvlášť mrazivého počasí, nebo z důvodů údržby či poruchy ramene.

Doprava odvodněného kalu z výstupu odstředivek do automatického plnicího ramene nebo do sila je zajištěna dopravními trasami kalu. Každá z odstředivek má vynášecí šnekový dopravník kalu, opatřený rotačním směšovačem, kterým lze v případě potřeby (viz dále popis *Alternativní řešení pro mimořádné události*) dávkovat do kalu nehašené vápno z místního vápenného sila, a za ním vysokotlaké čerpadlo tuhých látek. Výtlaky jednotlivých čerpadel kalu jsou pak mezi sebou a automatickým plnicím ramenem a silem propojeny potrubními trasami.

Limity stávajících čerpadel tuhých látek a navazujících trubních tras kalů v zásadě dovolují za ideálních podmínek dopravovat odvodněné kaly o sušině do 30 % maximálně, byť by třeba i odstředivky jako takové byly schopny produkovat kal se sušinou vyšší. Pro spolehlivou dopravu odvodněného kalu trubními trasami je rovněž třeba jejich průběžné „přimazávání“, což se děje vstřikováním roztoku flokulantu do potrubí. Nezbytné přimazávání a údržbové proplachy trubních tras vodou způsobují drobné snižování koncové sušiny odvodněných kalů.

Odvodněné stabilizované kaly z ÚČOV jsou předávány externím subjektům k dalšímu využití. V průměru zhruba 90 % kalů směřuje na zemědělskou půdu k její kultivaci a zbývajících cca 10 % kalů má jiné využití, přičemž převládá kompostování.

Deponie OVK, silo, čerpadla OVK:

počet kalových sil	1	ks
provozní kapacita kal. sila	270	m ³
čerpadlo hustých látek (OVK/SSK)	4	ks
max. výkon 1 čerpadla	15	m ³ /hod
celkový max. výkon čerpadel	60	m ³ /hod
polohovací zař. nákladky kontejnerů	1	ks

K vážení nákladních aut, které odvázejí odvodněný vyhnílý kal z ÚČOV nebo naopak dovážejí odpadní vody a tekuté odpady, slouží **přejezdová váha**. Váha je umístěna před vnitřní příjezdovou bránou za administrativní budovou. Jedná se o zařízení, které váží jednotlivé nápravy přejíždějícího vozidla. Na přejezdové váze je instalováno **dezodorizační zařízení**, které slouží ke zmírnění zápachu odvodněného vyhnílého kalu odváženého na nákladních automobilech.

Alternativní řešení pro mimořádné události:

Stabilizace směsných surových kalů mimo vyhnívací nádrže (vápnem)

Kromě provozně běžného vyhnívání (anaerobní stabilizace ve VN) disponuje ÚČOV při odvodňovacích odstředivkách technologiemi pro alternativní stabilizaci směsného surového kalu dávkováním nehašeného vápna. Těmito technologiemi jsou směšovače kal – vápno, které jsou součástí výstupního vynášecího dopravníku kalu každé z odstředivek, spolu s dávkovacími dopravníky vápna a stabilním vápenným silem. Běžně je silo prázdné a dopravníky neaktivní. Při mimořádných událostech se směsný surový kal z mokré jímky v určeném množství čerpá do vyčleněné manipulační nádrže a odtud pak na vstup jedné nebo více odstředivek dle potřeby. Prostřednictvím směšovače, do kterého je dopravníky dávkováno ze sila nehašené vápno, je kal s vápnem důkladně promíchán, přičemž následujícími reakcemi je dosahováno jeho stabilizace. Technologie při odstředivkách lze rovněž využívat i pro dotaci odvodněného vyhnílého kalu vápnem k zajištění jeho dodatečné úpravy.

Odvodňování kalu na kalových polích Drasty

Kromě odstředivek je v případě mimořádných událostí (nadměrné produkce kalů, snížených kapacit či poruch strojního odvodňování či nakládky kalů, aj. situací) možné použít k odvodňování vyhnílého kalu i kalová pole na dislokovaném pracovišti v Drastech u Klecan, kam vede z ÚČOV kalovod. Dopravu kalu kalovodem do Drast zajišťuje vysokotlaká čerpací stanice, jejíž sání je potrubím z manipulačních nádrží. Čerpací stanice je situována ve společném objektu s teplovodní strojovnou. Odvodnění kalu načerpaného na kalová pole probíhá jeho vysoušením v přírodních podmínkách. Vysušení kalu a jeho odebrání z polí závisí na klimatických podmínkách. Běžně trvá jeden cyklus kolem 1 roku. Kalová voda z kalových polí v Drastech se přivádí vratkou kalovodu do pražské kanalizace. Potrubí z Drast je zaústěno do stoky D, a tvoří přítok odpadních vod na ÚČOV.

B.1.4 Objemová bilance kalového hospodářství

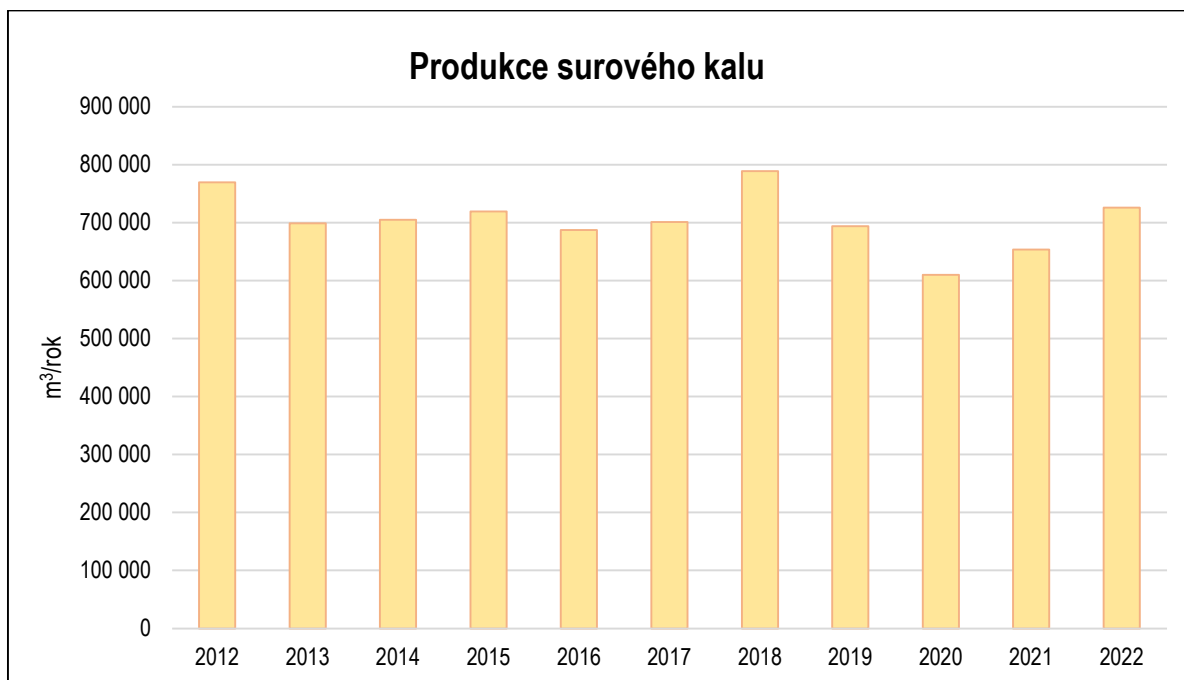
Pro přehled o průběhu produkce kalů během roku je v níže uvedené tabulce (Tabulka 7) je uvedena roční objemová bilance pro stávající kalové hospodářství ÚČOV pro rok 2022. Jedná se o celkové množství směšného surového kalu, který vstupuje do KH. Dále jsou uvedeny objemy kalu po jeho zpracování (stabilizace, odvodnění) a množství fugátu z odvodňovacích odstředivek, který je čerpán do regeneračních nádrží SVL a NVL.

měsíc	kal						fugát
	surový směšný m ³	vyhnilý z VN m ³	vyhnilý na odstř. m ³	vyhnilý na kal. pole m ³	odvezeno z odstř. t odv. kalu	odvezeno z kal. polí t odv. kalu	CP m ³
leden	54 816	52 225	55 743	0	6 498	0	48 595
únor	54 863	54 050	65 224	304	6 784	0	56 450
březen	62 019	54 949	57 016	0	6 438	0	50 206
duben	61 626	59 286	64 406	0	6 011	0	57 026
květen	69 180	69 804	73 493	1 848	7 544	0	64 643
červen	63 745	63 491	67 186	0	7 110	0	59 629
červenec	50 737	49 635	55 818	0	5 991	0	49 340
srpen	47 354	46 478	51 297	0	5 127	0	45 440
září	61 097	60 072	59 894	0	6 814	0	53 238
říjen	66 805	68 378	68 145	986	6 388	0	60 230
listopad	66 412	70 279	67 847	0	8 431	0	59 579
prosinec	67 259	68 626	66 159	0	8 075	0	57 695
celkem	725 913	717 273	752 227	3 138	81 211	0	662 073

Tabulka 7 - Objemová bilance kalového hospodářství a fugátů v roce 2022

Poznámka: Objemové bilance v popisu stávajícího stavu kalového i energetického hospodářství jsou uvedeny za rok 2022 (rok zpracování Studie). Jedná se o rok, který na rozdíl od dvou přechozích let, nebyl již významně ovlivněn epidemií COVID-19.

Na níže uvedeném grafu (Obrázek 5) je potom uvedena statistika celkového množství směsného surového kalu za posledních 10 let (od roku 2012 do roku 2022).



Obrázek 5 – Graf produkce surového kalu v letech 2012-2022

B.1.5 Produkce a zpracování bioplynu

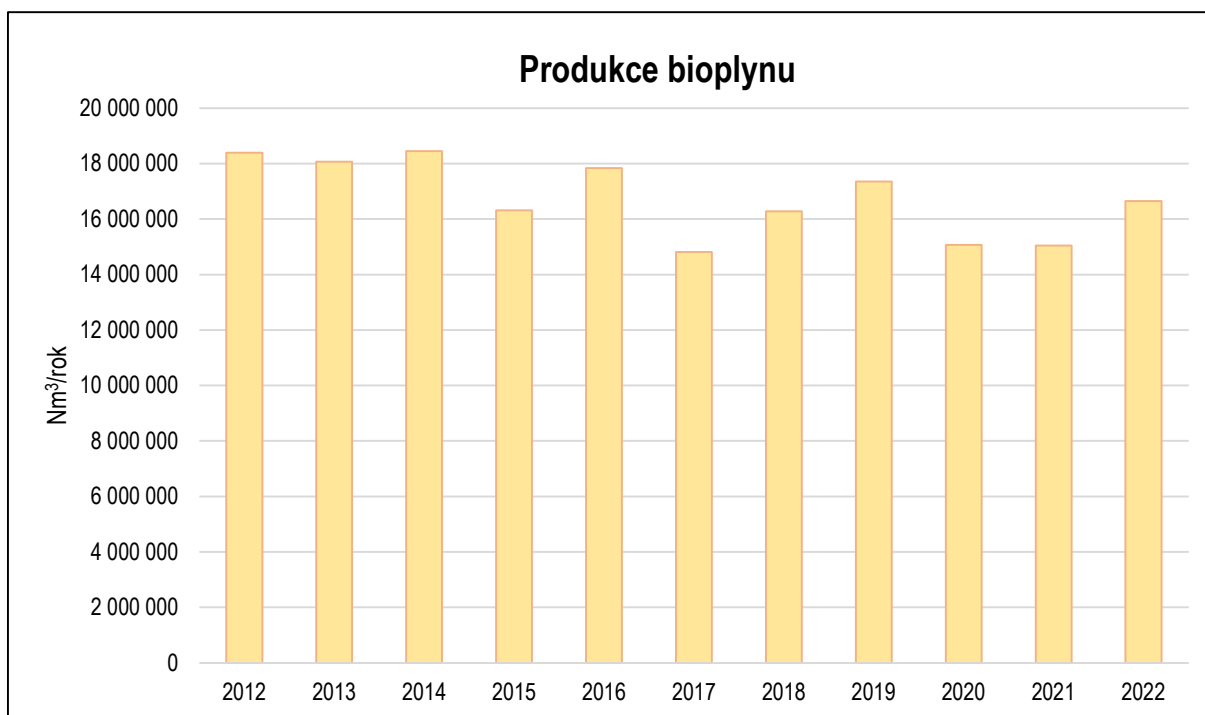
Bioplyn vznikající ve vyhnívacích nádržích je z plynových přístavků u VN dále rozváděn areálovými plynovody. Plynovody jsou historicky kombinací nadzemních a podzemních potrubních tras. Na přímé trase surového bioplynu z VN jsou napojeny hořáky zbytkového plynu a stanice úpravy bioplynu, ze které jsou zásobovány další spotřebiče. Hlavními spotřebiči jsou kogenerační jednotky vyrábějící elektrickou energii a teplo. Pokud je jejich provoz omezen, používá se k výrobě tepla kotelná. Tato část týkající se energetiky je podrobně popsána v kapitole B.2 *Popis stávajícího energetického hospodářství*.

Přebytečný bioplyn se spaluje v hořácích zbytkového plynu. Objemová bilance produkce a spotřeby bioplynu za rok 2022 je uvedena v Tabulka 8.

měsíc	vývin	únik	spotřeba			
			kogenerace MG	kotle	HZP	celkem
	Nm ³	Nm ³	Nm ³	Nm ³	Nm ³	Nm ³
leden	1 370 500	0	1 290 989	79 511	0	1 370 500
únor	1 349 520	0	1 205 001	119 049	25 470	1 349 520
březen	1 498 615	405	1 392 190	101 410	4 610	1 498 210
duben	1 511 570	0	1 358 093	135 357	18 120	1 511 570
květen	1 596 843	93	1 460 672	103 928	32 150	1 596 750
červen	1 425 760	0	1 346 431	56 769	22 560	1 425 760
červenec	1 166 650	0	1 158 833	7 817	0	1 166 650
srpen	1 112 672	122	1 110 980	1 570	0	1 112 550
září	1 278 907	86	1 223 674	52 427	2 720	1 278 821
říjen	1 363 328	489	1 279 570	81 469	1 800	1 362 839
listopad	1 402 889	14	1 292 227	105 123	5 525	1 402 875
prosinec	1 566 670	0	1 440 467	117 483	8 720	1 566 670
celkem	16 643 924	1 209	15 559 127	961 913	121 675	16 642 715
průměr denní	45 600	3	42 628	2 635	333	45 596
maximum	57 800	490	54 400	13 002	6 220	57 800
minimum	29 900	0	39 900	0	0	29 900

Tabulka 8 – Objemová bilance produkce a spotřeby bioplynu za rok 2022

Na následujícím grafu (Obrázek 6) je znázorněna statistika produkce bioplynu za roky 2012- 2022.



Obrázek 6 – Statistika produkce bioplynu za roky 2012-2022

Úprava bioplynu

Úprava bioplynu, připojená z trasy surového bioplynu, slouží k odstraňování vlhkosti a nežádoucích polutantů typu siloxanů z bioplynu před jeho využitím v kogeneračních jednotkách a kotelně. Rovněž zde dochází k vyrovnání tlaku plynu pro jeho další distribuci. Odstraňování vlhkosti bioplynu včetně korekce jeho teploty se děje průtokem plynu přes systém chladičů a ohřivačů. Záchyt siloxanů zajišťují adsorbéry naplněné aktivním uhlím.

Úprava bioplynu:

projektovaná kapacita	až 4 000 Nm ³ /h
Teplota plynu na výstupu z úpravny	méně než 30 °C
Tlak plynu na výstupu z úpravny	7 až 8 kPa
Relativní vlhkost plynu na výstupu z úpravny	běžně cca 40%
Obsah siloxanů na výstupu z úpravny	běžně do 1mg/m ³

Hořáky zbytkového plynu (HZP)

Jedná se celkem o 6 jednotek, které slouží k bezpečné likvidaci provozního přebytku bioplynu v případě výpadku jeho spotřeby. HZP plní funkci ochrany celého plynovodního systému a mají zvolenu kapacitu takovou, aby na nich mohla být spálena s dostatečnou rezervou celá produkce surového bioplynu z VN. Zapínání a vypínání hořáků je v běžném režimu automatické, řízeno podle tlaku bioplynu v systému.

Hořáky zbytkového plynu:

vysokoteplotní pochodeň	6 ks
max. průtok plynu jednou pochodní	517 Nm ³ /hod

B.1.6 Návaznost na další chystané akce

Níže uvedené schéma (Obrázek 7) znázorňuje zapojení již zmiňovaného pilotního projektu „*Biometan, využití kalového plynu na ÚČOV Praha*“ (viz kapitola A.4.5 Vazby na projekt Biometan) na stávající technologii úpravy bioplynu. Jedná se o technologii na úpravu bioplynu na obchodní jakost biometanu, vhodného na vtlačování do distribuční středotlaké plynovodní sítě.

Pilotní jednotka výroby biometanu bude kontejnerového provedení, zahrnující technologie odvodnění a čištění vstupního bioplynu, komprese plynu, 3-stupňové membránové separace metanu, propanizace biometanu, měření kvality a množství biometanu, a rovněž kontejner odorizační stanice biometanu distributora Pražská plynárenská Distribuce, a.s. (PPD).

Jednotka, která disponuje vlastní úpravou vstupního bioplynu, bude běžně připojena z větve surového bioplynu z VN, je však možné ji přepojit i na větev za úpravou pro KGJ a kotelnu. Výstupem z celku jednotky bude biometan splňující požadavky na vtlačení do distribuční plynovodní sítě. K distribuční síti bude jednotka připojena těžebním plynovodem, který z areálu ÚČOV povede pod plavebním kanálem a napojí se v ul. Papírenská na místní středotlaký plynovod.

The diagram illustrates a biogas production and utilization system. It features several interconnected components and flow lines:

- Production Units:**
 - HOŘÁKY ZBYTKOVÉHO BIOPLYNU (Burners of residual biogas)
 - KOTELNA A KOGENERACNÍ JEDNOTKA MG 5 (Boiler and cogeneration unit MG 5)
 - KOGENERACNÍ JEDNOTKY MG 1 - 4 (Cogeneration units MG 1 - 4)
- Central Processing Unit:** STÁVAJÍCÍ ÚPRAVA BIOPLYNU (Existing biogas treatment unit)
- Membrane Technology Unit:** MEMBRÁNOVÁ TECHNOLOGIE (Membrane technology unit)
- Flow Lines and Valves:**
 - BIOPLYN (Biogas):** The main gas flow line connecting the production units to the central processing unit and then to the membrane technology unit.
 - Valves:** Š1, Š2, Š3, and Š4 are indicated at various points along the biogas lines.
 - OFF-GAS VĚTEV Č.2:** A bypass line for gas rejection from the central processing unit.
 - KONDENZÁT DO KANALIZACE VĚTEV Č.4:** Condensate rejection to the sewer from the membrane technology unit.
 - BIOMETAN VĚTEV Č.3:** Biomethane production from the membrane technology unit.

Poznámka: Z výše uvedeného schématu (Obrázek 7) je patrné, že odpaliny (off-gas) z úpravy bioplynu na biometan jsou zavedeny zpět do plynového systému kalového hospodářství ÚČOV. Při tomto zapojení je produkovaný bioplyn naředován odpaliny (především CO₂) z úpravy bioplynu. Při provozu pouze pilotní jednotky úpravy bioplynu je toto řešení akceptovatelné. Při zvýšení kapacity úpravy bioplynu na biometan přestane toto řešení vyhovovat. Pro cílový návrh úpravy bioplynu na biometan bude odvedení odplynů řešeno jiným způsobem.

B.1.7 Vyhodnocení poloprovozních pokusů zaměřených na termickou hydrolýzu

Experimentální ověření termické hydrolýzy proběhlo na ÚČOV ve čtyřech etapách:

Etapu 1 – hydrolýza směsného kalu před anaerobním procesem

Etapu 2 – ověřovací provoz bez hydrolýzy

Etapu 3 – hydrolýza přebytečného biologického kalu před anaerobním procesem

Etapu 4 – hydrolýza vyhnílého kalu před odvodněním

Experimentální ověření testované technologie v poloprovozním měřítku a ve specifických podmínkách ÚČOV Praha bylo nezbytné zejména z toho důvodu, že doposud byly všechny aplikace THP jako dezintegrační předúpravy kalů před anaerobní stabilizací aplikovány v kombinaci s mezofilní stabilizací (37-40 °C). V současnosti není známa dlouhodobá provozní aplikace technologie THP v kombinaci s termofilní anaerobní stabilizací kalů (cca 55 °C). Všechny literární odkazy zmiňující THP a termofilní stabilizaci kalů se odkazují na výsledky z laboratorních experimentů a jsou relativně nejednoznačné.

Nejdůležitější součástí poloprovozní jednotky je hydrolyzační reaktor THP, kde je kal ohříván párou na teplotu 160 °C a je dosahováno tlaku až 600 kPa. Při těchto podmínkách je kal udržován 30 minut a následně dojde k jeho expanzi do tzv. flash tanku, kde dojde k okamžitému uvolnění tlaku a snížení teploty. Tento proces vede k rozbití buněk kalu a vylití jejich obsahu do roztoku. Hydrolyzovaný přebytečný aktivovaný kal byl následně dávkován spolu s primárním nezhydrolyzovaným kalem do vyhnívací nádrže, kde byly simulovány podobné podmínky jako v kalovém hospodářství ÚČOV, tedy termofilní teplota 55 °C a doba zdržení 20 (v průběhu experimentu prodlouženo na 25) dnů. Množství a kvalita vznikajícího bioplynu byla měřena kontinuálně a stabilizovaný kal byl dále podroben testům odvodnitelnosti na mobilní odstředivce.

Porovnání specifické produkce bioplynu a metanu (Etapy 1-3)

Jedním z hlavních očekávaných přínosů zavedení termické hydrolýzy je zvýšení specifické produkce bioplynu z anaerobního vyhnívání. Výrazný vliv termické hydrolýzy na zvýšení produkce bioplynu se v podmínkách termofilního vyhnívání nepodařilo prokázat, specifická produkce bioplynu i metanu byla i při hydrolýze směsného kalu jen mírně vyšší než v kontrolní Etapě 2. Po stabilizaci provozu na konci Etapy 2 bylo dosaženo specifické produkce bioplynu 0,45 - 0,47 m³/kg OL, v Etapě 1 byla při stejné době zdržení specifická produkce bioplynu 0,50 m³/kg OL. V Etapě 3 byla specifická produkce bioplynu u poloprovozní jednotky s hydrolýzou přebytečného kalu při stejné době zdržení, tedy 20 dnů, pouze 0,33 m³/kg OL, tedy výrazně nižší než v reálném provozu ÚČOV a Etapách 1 a 2.

Porovnání odvodnitelnosti (Etapy 1-3)

Při odvodnění kalu z poloprovozní jednotky bylo ve všech etapách dosahováno téměř stejných hodnot sušiny veškerých látek v odvodněném kalu jako u kalového hospodářství ÚČOV (24,8 % a 24,6 %). Při porovnání výsledků s Etapou 1 (25,0 %), Etapou 2 (23,8 %), Etapou 3 (24,8) a provozními výsledky

v období Etapy 3 (24,6 %) je zřejmé, že termická hydrolýza před anaerobní stabilizací nemá v podmínkách ÚČOV na dosažený stupeň odvodnitelnosti kalu významný vliv.

Na základě dosažených výsledků lze říci, že **se neprokázaly efekty, které by termická hydrolýza před anaerobním procesem měla přinášet, tedy zejména vyšší stupeň stabilizace, vyšší produkce bioplynu a výrazně lepší odvodnitelnost.** Ukazuje se, že zahraniční zkušenosti publikované v literatuře, ale naměřené na mezofilní stabilizaci kalů nelze přímo aplikovat na kalové hospodářství ÚČOV, kde se využívá proces termofilní a kal již je dezintegrován mechanicky.

Výsledky testování termické hydrolýzy vyhnílého kalu (Etapa 4)

V Etapě 4 byla zjištěna lepší odvodnitelnost zhydrolyzovaného vyhnílého kalu vůči vyhnílému kalu z Etapy 2, kdy v jednom experimentu bylo dosaženo průměrné sušiny kalu 28,8 % a rozdíl proti Etapě 2 byl 5 procentních bodů a v druhém experimentu bylo dosaženo průměrné sušiny kalu 27,8 % a rozdíl proti Etapě 2 byl 4 procentní body.

Z testů biologické rozložitelnosti bylo dosaženo nejlepšího výsledku specifické produkce fugátu hydrolyzovaného kalu 0,176 mL BP/ mg VLorg. Tento výsledek byl dále použit k výpočtu teoretické specifické produkce bioplynu po zařazení THP po anaerobní stabilizaci. Bylo zjištěno, že ve studovaném případě by mohlo dojít k navýšení produkce bioplynu o 9,5 %. Teoretické navýšení produkce bioplynu o 9,5 % je v kontextu KH ÚČOV zajímavá, současně však zhruba odpovídá energetické náročnosti THP. Celková energetická bilance by se tak využitím THP vyhnílého kalu patrně nezměnila. Efekt této technologie tak můžeme spatřovat ve zlepšení odvodnitelnosti vyhnílého hydrolyzovaného kalu. Zároveň se zdá, že při využití technologie odvodnění na odstředivce není plně využit potenciál hydrolýzy vyhnílého kalu, který by bylo nutno otestovat např. na hydraulickém pístovém lisu, což je inovační přístup využívaný v zahraničí.

Závěr zpracovatele Studie

Termofilní anaerobní stabilizace kalů na ÚČOV Praha pracuje s vysokým efektem na rozklad organických látek a produkci bioplynu. Z biologického hlediska proto nezbyvá na této ČOV moc „prostoru“ ke zlepšení provozních parametrů anaerobní stabilizace kalu. Určité přednosti THP procesu se mohou vyskytnout při odvodňování kalu, a to za předpokladu změny způsobu odvodňování kalů. Modelové zkoušky však tento efekt jednoznačně nepotvrdily. Proto se se zařazením THP do technologické linky se dále nepočítá vyjma s prostorovou rezervou pro případ získání nových poznatků.

B.2 POPIS STÁVAJÍCÍHO ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

Kalové hospodářství ÚČOV je stejně jako její ostatní části napájena elektrickou energií, která je do areálu ÚČOV přiváděna z veřejné rozvodné sítě provozované Pražskou energetikou a.s. (PRE). Stávající provoz ÚČOV umožňuje využití bioplynu z anaerobní stabilizace kalů v kogeneračních jednotkách (dále KGJ), které současně vyrobí elektřinu i teplo využívané pro vlastní potřeby provozu ÚČOV. Nedostačuje-li z jakýchkoli důvodů aktuální výkon KGJ k dosažení požadované teploty teplé užitkové vody (dále TUV) pak se ke KGJ pro vyšší výrobu tepla připojuje kotelna využívající rovněž vlastní bioplyn. Výroba elektrické i tepelné energie závisí na produkci bioplynu z anaerobní stabilizace kalů. ÚČOV nemá přípojku plynu z veřejné distribuční sítě. V případě výpadku produkce bioplynu je možnost ohřevu TUV kotlem na lehké topné oleje (LTO).

Stávající energetické hospodářství, včetně souvisejících elektrických objektů v rozsahu řešeném touto studií modernizace, ve výčtu **zahrnuje následující objekty** (použito označení dle Provozního řádu ÚČOV):

- D1** Kotelna
- D2** Energocentrum (EGC), obsahující budovu motorgenerátorů (pro KGJ č. 1 až 4), teplovodní strojovnu, velín, rozvodny a transformátory, vstupní halu
- D3** Kogenerační jednotka č.5
- E1** Trafostanice energocentra a rozvodny R20, R64 a z PTS1 přemístěná R61
- E2** Podružná trafostanice PTS1 a rozvodny R21 a R61
- E3** Podružná trafostanice PTS2 a rozvodna R22
- E4** Podružná trafostanice PTS3 a rozvodna R63
- E5** Podružná trafostanice PTS4 a rozvodna R65

Přičemž se nepředpokládá, že budou řešeny následující elektrické objekty, které jsou předmětem opatření v souvislosti s rekonstrukcí SVL:

- E2** Podružná trafostanice PTS1 a rozvodny R21
- E4** Podružná trafostanice PTS3 a rozvodna R63

Technologické uspořádání stávajícího energetického hospodářství, je přehledně zobrazeno v [příloze č. 2.4. Blokové schéma energetického hospodářství – stávající stav.](#)

Dále jsou pak v této kapitole popsány jednotlivé objekty EH, provozní celky a bilance energií. Hlavní prvky energetického hospodářství ÚČOV jsou situovány v objektu Energocentra (dále EGC). Jedná se o komplex čtyř k sobě přiléhajících budov, kde každou část tvoří samostatný technologický celek. Jedná se o kogenerační jednotky (budova motorgenerátorů), teplovodní strojovnu, rozvodny a transformátory a kotelnu.

B.2.1 Kogenerační jednotky

Pro výrobu elektrické energie a současně tepla je k dispozici celkem 5 kogeneračních jednotek (označených MG1 – MG5). Celkové maximální provozní výkony KGJ jsou: elektrický – 5 380 kW, tepelný – 6 050 kW.

MG1 až MG3 byly instalovány v roce 1994 a uvedeny do provozu v roce 1995. MG4 byla instalována v roce 2000 a do provozu uvedena v roce 2001. Zatím poslední MG5 byla instalována v roce 2004 a v témže i uvedena do provozu. Kromě MG5, která je v samostatném venkovním kontejneru, jsou jednotky umístěny ve strojovně objektu energocentra ÚČOV. Všechny KGJ jsou od německého výrobce MWM. Jedná se o 16-válcové bioplynové motory. Generátory KGJ jsou na výstupní napětí 6 kV.

Měření vyrobené tepelné energie je zajištěno centrálním měřidlem v objektu Teplovodní strojovny a každá KGJ má vlastní měřidlo výroby tepla. Měření vyrobené elektrické energie je zajišťováno elektroměrem u každé KGJ.

Dále jsou uvedeny tabelární specifikace KGJ (Tabulka 9) a jejich provozní statistiky za roky 2019 až 2021 (Tabulka 10). Tento rozsah pokrývá období od úplného zprovoznění Nové vodní linky ÚČOV.

Specifikace KGJ – parametr:	MG1	MG2	MG3	MG4	MG5
výkon elektrický na svorkách (kW)	960	960	960	1 250	1 250
teplo chladící vody (kW)	519	521	521	676	676
teplo chladiče směsi NT (kW)	68	75	75	98	98
teplo spalin zpětného chlazení (kW)	533	505	505	590	590
teplo celkem (kW)	1 120	1 101	1 101	1 364	1 364
spotřeba paliva (kW)	2 402	2 377	2 337	3 029	3 029
elektrická účinnost (%)	40,0	40,4	40,4	43,1	43,1
tepelná účinnost (%)	43,8	43,2	43,2	41,8	41,8
celková účinnost (%)	83,8	83,6	83,6	84,9	84,9
účinnost generátoru (%)	85,0	85,0	85,0	82,0	85,0

Tabulka 9 – Specifikace KGJ

Poznámka: Uváděné specifikace KGJ jsou platné pro 100% zatížení.

KGJ - rok	Spotřeba bioplynu (m3)	Provozní hodiny (hod)	Výroba elektrické energie KGJ (kWh)	Výroba tepla naměřená (kWh)
MG1 - 2019	3 120 710	7 939	7 416 796	3 754 000
MG2 - 2019	2 950 951	7 557	7 011 139	11 450 000
MG3 - 2019	2 582 151	6 580	6 146 050	4 444 000
MG4 - 2019	3 288 357	6 609	7 381 305	5 325 000
MG5 - 2019	3 802 139	7 236	8 576 813	4 882 000
KGJ rok 2019 celkem	15 744 308	35 921	36 532 103	29 855 000
MG1 - 2020	1 730 163	4 448	4 193 868	2 056 000
MG2 - 2020	1 624 187	4 150	3 963 921	4 468 000
MG3 - 2020	2 576 999	6 577	6 252 660	5 388 000
MG4 - 2020	4 392 520	8 322	10 316 891	7 116 000
MG5 - 2020	4 266 738	8 078	10 011 848	7 428 000
KGJ rok 2020 celkem	14 590 607	31 575	34 739 189	26 456 000
MG1 - 2021	1 390 109	3 440	3 257 659	3 168 000
MG2 - 2021	1 551 718	3 891	3 664 294	3 963 000
MG3 - 2021	2 653 612	6 668	6 284 330	6 256 000
MG4 - 2021	4 418 396	8 269	10 162 560	8 093 000
MG5 - 2021	4 079 820	7 510	9 402 186	7 109 000
KGJ rok 2021 celkem	14 093 656	29 778	32 771 028	28 589 000

Tabulka 10 - Provozní statistiky KGJ za roky 2019 až 2021

Poznámky: Provoz KGJ je závislý a limitován produkcí bioplynu, potřebami pravidelné údržby a oprav jednotek, a dále jinými i případně mimořádnými událostmi v provozu ÚČOV, které na chod jednotek mohou mít dopad.

Údaj ""výroba tepla naměřená"" nepředstavuje celkový tepelný potenciál KGJ z dodaného plynu. Celkový tepelný výkon KGJ se nevyužívá, jestliže z jakýchkoli důvodů je teplota vody v centrálním systému vytápění ÚČOV dostatečná a další produkce tepla z KGJ by znamenala překročení požadovaného teplotního limitu.

B.2.2 Kotelna

Pro výrobu tepla (TUV) je k dispozici kotelna s celkem 4 kotli a celkovým nominálním výkonem 12 000 kW. Kotelna z roku 2004 přiléhá z východní strany k teplovodní strojovně a byla navržena tak, aby pokryla 100% potřeby tepla SVL ÚČOV. Minimální výkon kotle je 0,3 resp. 0,5 MW. Dle dosavadní provozní praxe je v zimním období při teplotách vzduchu nižších než 0 °C provozován jeden kotel na uvedeném minimálním výkonu, aby se udržoval v provozuschopném stavu vč. ochrany přívodního potrubí plynu před zamrznutím.

Informace o výrobě tepla kotelnou se získává rozdílem mezi měřidly ve strojovně a KGJ. Na straně objektů ani technologií nejsou k dispozici měřidla spotřeby tepla. V následující tabulce (Tabulka 11) jsou uvedeny specifikace jednotlivých kotlů.

parametr	K1	K2	K3	K4
výkon tepelný nominální (kW)	3 000	3 000	3 000	3 000
maximální výkon hořáku kotle (kW)	3 700	3 700	3 700	3 700
objem (l)	2 590	2 590	2 590	2 590
teplota maximální (°C)	110	110	110	110
celkový tepelný výkon kotelny (kW)	12 000			

Tabulka 11 – Specifikace kotlů kotelny

Hořák kotle č.1 je kombinovaný dvoupalivový, ostatní tři kotle jsou osazeny hořáky pouze na bioplyn. Kombinovaný hořák kotle č.1 je kromě bioplynu napojen i na přívod lehkého topného oleje (dále LTO). Provozní dvouplášťový zásobník LTO o objemu 1000 l je umístěn na podstavci vedle kotle č.1 a je plněn z mobilní cisterny. Topný olej se používá při mimořádných událostech k obnovení procesu vyhívání kalů v případě havarijního stavu.

B.2.3 Napájení elektrickou energií

Z pohledu modernizace kalového a energetického hospodářství ÚČOV Praha je z hlediska napájení elektrickou energií považován za stávající neboli výchozí stav až po dokončené rekonstrukci SVL. Přehledové schéma je znázorněno v [příloze 2.6. Přehledové schéma napájení – výchozí stav před rekonstrukcí KEH](#).

Kalové hospodářství bude napájeno z okružové páteřní sítě 22kV, která je vyvedena z HČS z rozvodny R1, kde je instalované fakturační měření elektro spotřeby celého ostrova (stávající ÚČOV, HČS, NVL). Rozvodna R1 je napájena z rozpínací stanice PRE RS9000. Technické maximum rozvodny RS9000 je 20MW a je napájena ze čtyř nezávislých míst (SEVER I, II, Holešovice, Jez Troja). Stávající rezervovaný příkon je 18MW.

Předpokládaným výchozím stavem pro KEH je již provedená realizace níže uvedených akcí:

- Propojení EGC SVL s HČS a NVL, vč. zrušení RS7795
- Přemístění traf 6kV/22kV a rozvodny 6kV R61 z PTS1 na EGC

B.2.3.1 Soupis elektro technologie v EGC

Po dokončení výše zmíněných akcí bude EGC vybaveno:

Rozvodna 22kV PO-R20	
Výrobce	ABB
Počet polí	10
Jmenovitý proud	630A
Rok instalace	2016

Výkonové transformátory T1 a T2	
Výrobce	ABB
Napěťový převod	22/6kV
Jmenovitý výkon	6300kVA
Rok instalace	2019

Rozvodna 6kV PTS1-R61	
Výrobce	ABB
Typ	ZX0
Počet polí	16
Jmenovitý proud	630A
Rok instalace	2005

Rozvodna 6kV EGC-R64	
Výrobce	ABB
Počet polí	6
Jmenovitý proud	800A
Rok instalace	1991

Rozvodna 6kV EGC-R64 II.	
Výrobce	ABB
Počet polí	6
Jmenovitý proud	800
Rok instalace	2005

Transformátory vlastní spotřeby T3 a T4	
Napěťový převod	22/0,4kV
Jmenovitý výkon	1600kVA
Rok instalace	1999

Transformátory vlastní spotřeby kogeneračních jednotek T5 a T15	
Výrobce	SGB
Napěťový převod	6/0,4kV
Jmenovitý výkon	400kVA
Rok instalace	2004

Rozvodna 0,4kV RH20	
Dodavatel	Ingos
Počet polí	9
Jmenovitý proud	1600A
Rok instalace	1999

Rozvodna 0,4kV RH64	
Dodavatel	EZ Praha
Počet polí	2
Jmenovitý proud	630A
Rok instalace	1994

Rozvodna 0,4kV RH64 II.	
Dodavatel	Ingos
Počet polí	2
Jmenovitý proud	630
Rok instalace	2005

B.2.3.2 Soupis elektro technologie v PTS2

Po dokončení výše zmíněných akcí bude PTS2 vybavena:

Rozvodna 22kV R22	
Výrobce	ABB
Počet polí	6
Jmenovitý proud	630A
Rok instalace	2005

Transformátory vlastní spotřeby T6 a T7	
Výrobce	ABB
Napěťový převod	22/0,4kV
Jmenovitý výkon	1600kVA
Rok instalace	2019

Rozvodna 0,4kV RH22	
Dodavatel	NH Zábřeh
Počet polí	15
Jmenovitý proud	2500A
Rok instalace	2005

B.2.3.3 Soupis elektro technologie v PTS4

Po dokončení výše zmíněných akcí bude PTS4 vybavena:

Rozvodna 6kV R65	
Výrobce	ABB
Počet polí	20
Jmenovitý proud	800A
Rok instalace	1996

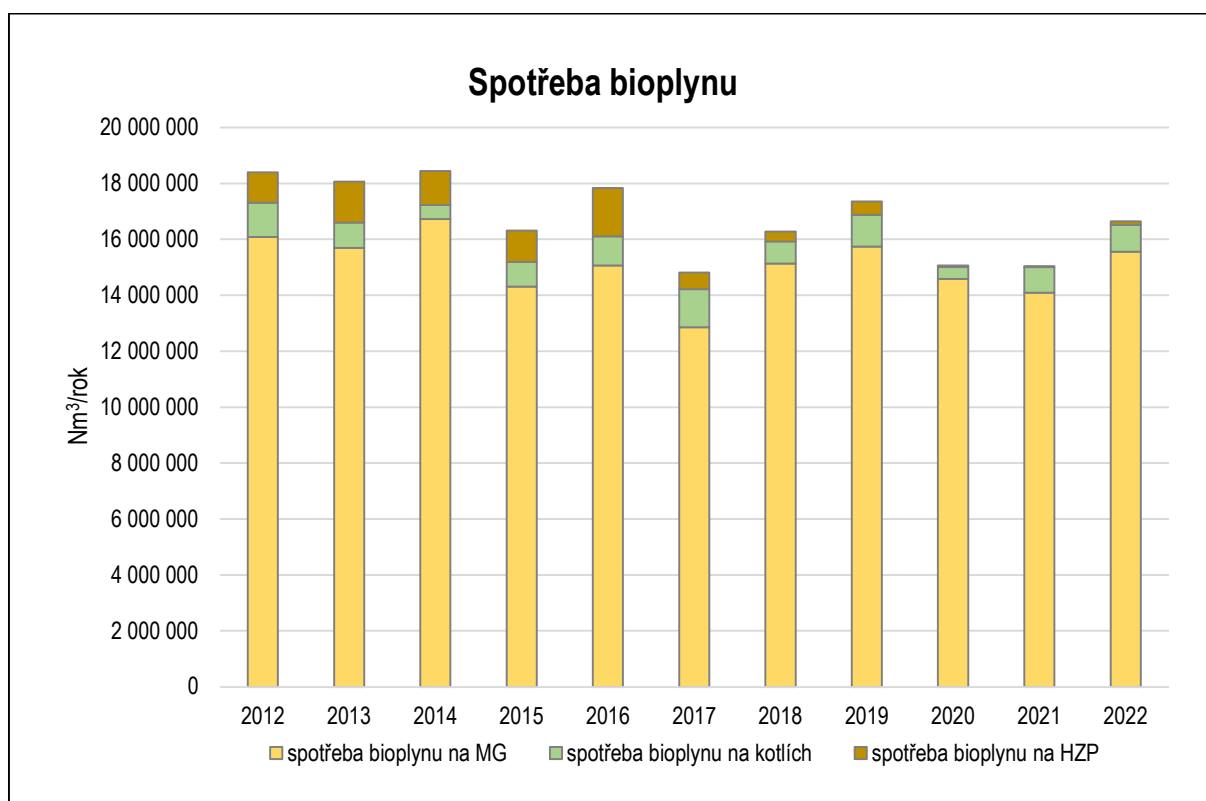
Transformátory vlastní spotřeby T13 a T14	
Výrobce	BEZ Transformátory
Napěťový převod	6/0,4kV
Jmenovitý výkon	1600kVA
Rok instalace	1996

Rozvodna 0,4kV RH65	
Dodavatel	Brema
Počet polí	10
Jmenovitý proud	2500A
Rok instalace	1996

B.2.4 Energetická bilance ÚČOV ve stávajícím stavu

B.2.4.1 Bilance bioplynu

V současné době je produkce bioplynu využívána pro kogenerační jednotky a kotelnu, tj pro výrobu tepla a elektrické energie. Nevyužitelný zbytek je spalován na HZP. Na níže uvedeném grafu (Obrázek 8) je uvedeno rozdělení spotřeby bioplynu za roky 2012-2022.



Obrázek 8 – Graf spotřeby bioplynu za roky 2012-2022

Z grafu je patrné, že v posledních deseti letech je více než 90 % bioplynu využíváno pro kogenerační jednotky.

V roce 2023 bude uvedena do provozu pilotní jednotka na úpravu bioplynu na biometan (viz kap. A.4.5 *Vazby na projekt Biometan*). Na pilotní jednotce se předpokládá na vstupu do membránového čištění spotřeba max. 250 Nm³/h bioplynu. Na výstupu z membránového čištění: 160–200 Nm³/h biometanu (podle kvality vstupujícího bioplynu). Předpokládaná roční spotřeba bioplynu je až 2 000 000 Nm³.

B.2.4.2 Bilance elektrické energie

Napájení komplexu ÚČOV elektrickou energií je kabelovými přívody na úrovni VN 22 kV prostřednictvím rozvodny RS9000. ÚČOV má historicky zavedená dvě fakturační místa, jedno se nachází v rozvodně RS9000 a druhé v rozvodně RS7795 napájené PRE VN22kV kabelem z RS9000. V roce 2023 dojde k sjednocení těchto dvou OPM do jednoho a sloučení celé spotřeby ÚČOV přes jedno fakturační místo a tím kompletnímu propojení všech napájených lokací ÚČOV.

Uvnitř areálu ÚČOV je elektřina rozvedena formou LDS (lokální distribuční soustava) a jsou využívány jak NN rozvody (0,4 kV), tak rozvody o jmenovitém napětí 6kV. Napěťová hladina 6kV je provozována výhradně pro napájení velkých točivých strojů SVL a KH, za stávajícího stavu konkrétně motorů čerpadel čerpací stanice spodního horizontu, dmychadel zajišťujících proces aerace, povodňových čerpadel a čerpadel vratného kalu, dále také odstředivek pro zahušťování a odvodňování kalů. Po rekonstrukci SVL zůstanou jedinými spotřebiči na napěťové hladině 6 kV odstředivky.

Protože doposud není provedena lokální distribuční síť propojení SVL – HČS – NVL na úrovni 22kV, nelze přebytky z KGJ na SVL distribuovat k využití na HČS a NVL a jsou prodávány do sítě PRE. Dodávka případných přebytků el. energie z výroby KGJ do sítě PRE byla administrativně-technicky umožněna od listopadu 2018.

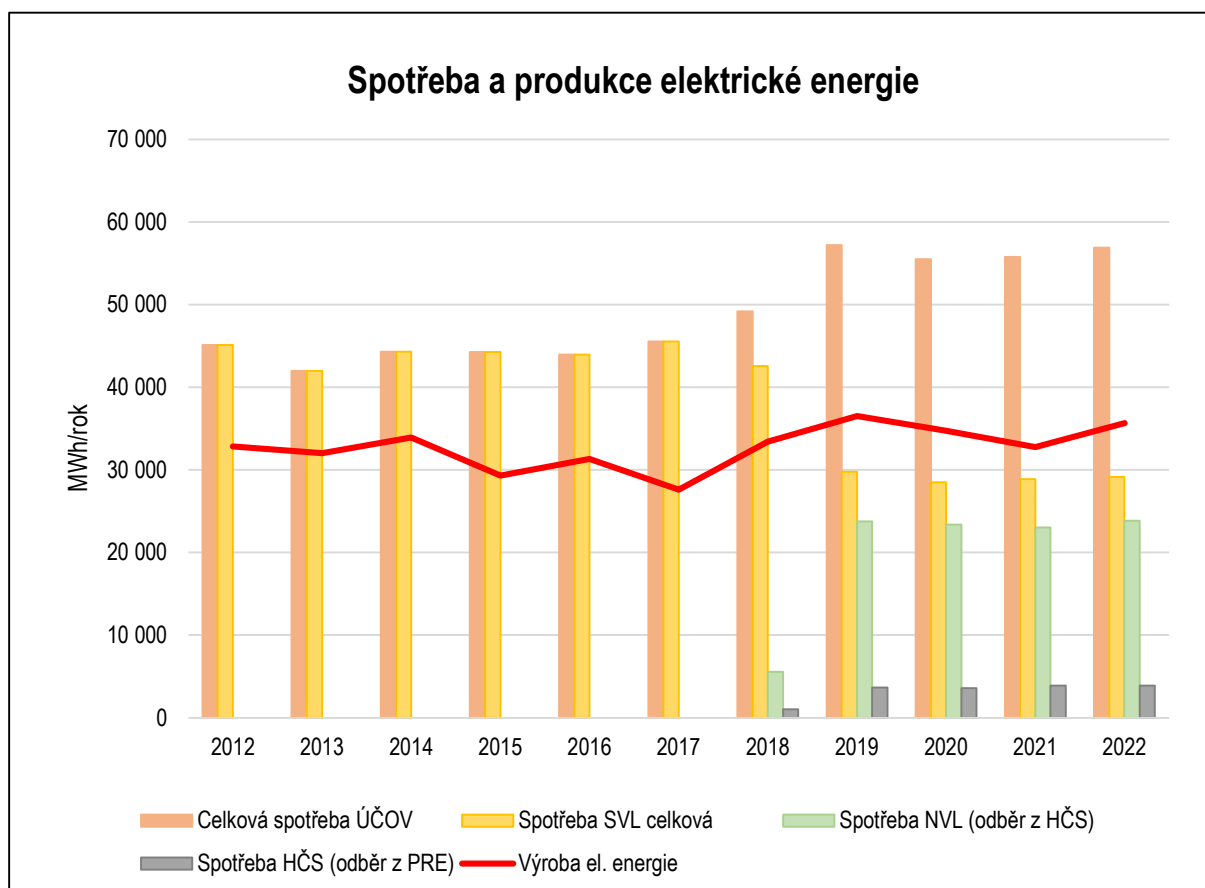
V níže uvedené tabulce (Tabulka 12) je uvedena roční bilance elektrické energie na ÚČOV za posledních 10 let. Spotřeba HČS i NVL je datována od jejich uvedení do provozu dne 19.9.2018. Grafické znázornění těchto hodnot je pak na následujícím grafu (Obrázek 9).

rok	ÚČOV celková spotřeba ¹⁾	HČS odběr ze sítě PRE	NVL odběr z HČS	SVL celková spotřeba ²⁾	SVL odběr ze sítě PRE	SVL výroba KGJ	SVL dodávka do sítě PRE	vypočtená spotřeba KH ³⁾
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
2012	45 132	0	0	45 132	12 297	32 835	0	13 540
2013	41 980	0	0	41 980	9 951	32 029	0	12 594
2014	44 311	0	0	44 311	10 404	33 907	0	13 293
2015	44 273	0	0	44 273	14 980	29 293	0	13 282
2016	43 939	0	0	43 939	12 614	31 325	0	13 182
2017	45 536	0	0	45 536	17 923	27 613	0	13 661
2018	49 175	1 051	5 566	42 559	9 899	33 410	750	12 768
2019	57 219	3 666	23 772	29 781	686	36 532	7 437	8 934
2020	55 489	3 604	23 389	28 496	369	34 739	6 612	8 549
2021	55 784	3 887	23 026	28 871	918	32 772	4 819	8 661
2022	56 890	3 892	23 852	29 146	411	35 662	6 926	8 744

Tabulka 12 -Roční bilance spotřeby elektrické energie

Poznámky:

- 1) Celková spotřeba: součet odběru HČS, NVL a celkové spotřeby NVL
- 2) Celková spotřeba SVL: včetně KH, EGC a souvisejících objektů
- 3) KH nemá samostatné měření, uvedené údaje jsou pouze orientační a jsou dány výpočtem z celkové spotřeby SVL ÚČOV (pro výpočet použit koeficient 0,3).



Obrázek 9 – Statistika spotřeby a produkce elektrické energie za roky 2012-2022

B.2.4.3 Tepelná bilance

Kotelna a KGJ jsou společně napojeny do objektu Teplovodní strojovny, která zajišťuje distribuci teplé vody do centrálního systému vytápění tvořeného teplovodem včetně vratných tras pro objekty a technologie SVL. Systém centrálního vytápění je navržen na teplotní spád 92 / 72 °C.

Strategie současného provozování upřednostňuje využití bioplynu v KGJ. Nedostačuje-li z jakýchkoli důvodů aktuální výkon KGJ k dosažení požadované teploty TUV na vstupu do centrálního systému vytápění, pak se ke KGJ pro vyšší výrobu tepla připojuje kotelna. Typicky se tak děje v zimním období, nebo v případech odstávek KGJ pro pravidelnou údržbu či případné opravy poruch. Regulace výroby tepla kotelnou je řešena přímou regulací jednotlivých kotlů. U KGJ se regulace – snižování – výroby tepla děje nepřímou, a to bypassováním tepelného výměníku spaliny-voda na straně výfuku motoru KGJ. Pro případ výpadku produkce bioplynu je k dispozici kotel umožňující spalování topného oleje.

V níže uvedené tabulce je uveden kompletní přehled spotřeby a výroby energií ÚČOV za rok 2022 (Tabulka 13).

Měsíc	Elektrická energie					Tepelná energie		Spotřeba	
	Výroba MG	Odběr PRE	Dodávka PRE	Spotřeba SVL	Spotřeba HČS	Výroba MG	Výroba Kotelna	Bioplyn	LTO
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	GJ	GJ	Nm ³	l
leden	2 967	62	516	2 513	296	9 633	709	1 370 500	0
únor	2 760	45	530	2 274	258	8 690	1 007	1 349 520	0
březen	3 192	26	665	2 553	289	10 347	888	1 498 210	0
duben	3 123	12	688	2 447	306	8 833	1 236	1 511 570	0
květen	3 351	1	863	2 489	300	9 197	877	1 596 750	0
červen	3 062	12	708	2 367	374	9 091	514	1 425 760	0
červenec	2 668	50	457	2 261	324	9 394	71	1 166 650	0
srpen	2 571	59	366	2 264	365	9 679	14	1 112 550	0
září	2 793	56	506	2 344	329	8 632	458	1 278 821	0
říjen	2 909	52	457	2 504	300	9 470	722	1 362 839	0
listopad	2 963	21	494	2 489	352	8 966	956	1 402 875	0
prosinec	3 302	16	678	2 640	399	9 682	1 060	1 566 670	0
celkem	35 662	411	6 926	29 146	3 892	111 615	8 512	16 642 715	0

Tabulka 13 – Bilance elektrické a tepelné energie za rok 2022

Poznámka: Objemové bilance v popisu stávajícího stavu kalového i energetického hospodářství jsou uvedeny za rok 2022 (rok zpracování Studie). Jedná se o rok, který na rozdíl od dvou přechodných let, nebyl již významně ovlivněn epidemií COVID-19.

ODBĚRY TEPLA

Objekty NVL, Hlavní čerpací stanice (HČS), ani nový objekt Hrubého předčištění stok EF nejsou na systém centrálního vytápění SVL ÚČOV napojeny. NVL je vytápěna tepelnými čerpadly a na její topný systém je napojen i objekt HP EF. HČS má topení v místnostech rozveden, které je zajištěno elektrickými přímotopy. Teplo z centrálního systému vytápění je tedy určeno pro SVL a KH.

Dále je uveden přehled odběrů tepla ze systému centrálního vytápění ÚČOV. Ze systému jsou napájeny objekty na dvou hlavních větvích a ostatní objekty v areálu ÚČOV.

1. Tepelná bilance – vytápění objektů

a) větev k administrativní budově	(kW)
Energocentrum+ kotelna + dílna	240
Elektrodílna	25
Úprava plynu	18
Česlovna	220
Mistrovna	57
Čerpací stanice spodního horizontu	40

Manipulační nádrže	126
Odstředivky	140
Administrativní budova	255

<u>b) větev k dmychárně</u>	<u>(kW)</u>	
Staré dílny	146	
Nové dílny	140	
Autoprovoz	25	garáže + středisko deratizace
Dmychárna 1	120	
Dmychárna 2	160	
Povodňová čerpací stanice	120	
Skladová hala	14	nové sklady naproti EGC

<u>c) ostatní (jedná se o spotřebiče v objektu energocentra)</u>	<u>(kW)</u>
ohřev TUV-EGC, velín, EGC-strojovna, místní rozvod	208

Celkem – vytápění objektů 2 054 kW

<u>2. Tepelná bilance – technologie</u>	<u>(kW)</u>	<u>poznámka</u>
Vyhnívací nádrže A, B, C - 3x čtveřice po 2.900 kW	8 700	15 ks výměníků po 580 kW
Úpravna plynu – odvodnění	22	

Celkem – technologie 8 722 kW

Instalovaný výkon: objekty + technologie 10 776 kW

Z výše uvedené bilance vyplývá, že cca 80% celkové spotřeby tepla připadá na technologii vyhívání kalů. Zbytek je určen pro vytápění objektů. Vzhledem se stupni zpracovávané dokumentace zde není vytápění detailněji řešeno. Zpracovatel Studie doporučuje zpracovat samotnou bilanci hospodaření s teplem a vytápění celého areálu ÚČOV jako jeden z podkladů pro zpracování dalšího stupně projektové přípravy.

C. ANALÝZA VÝHLEDOVÉ PRODUKCE KALŮ

Tato kapitola se zabývá analýzou skutečných parametrů surového kalu, který vstupuje do procesu kalového hospodářství. Dále je zpracována prognóza vývoje produkce kalů, která vychází ze zkušeností ze souběžného provozu NVL a SVL od roku 2019. Predikce množství kalů byla v rámci studie zpracována pro tři základní scénáře budoucího vývoje (maximální produkce bioplynu, maximální efektivita hospodaření a tzv. krizový scénář).

Z těchto scénářů byl vybrán ten, který nejvěrněji vystihuje pravděpodobný budoucí vývoj produkce kalů. Hodnoty z tohoto scénáře jsou pak dále použity pro další rozpracování a pokračování výpočtů. Z těchto údajů je potom přistoupeno k výpočtu požadované dimenze vyhnívacích nádrží a výpočtu produkce bioplynu (viz kapitola C.6).

C.1 VSTUPNÍ PODMÍNKY PRO ANALÝZU VÝHLEDOVÉ PRODUKCE KALŮ

- Po dohodě se zadavatelem je ve všech scénářích výhledové produkce kalů uvažována koncentrace sušiny zahuštěných kalů 5 %, čili koncentrace o něco nižší než v současnosti dosahovaných 5,8%. Tímto se vytváří rezerva pro případný sub-optimální provoz zahuštění kalů.
- Parametry produkce kalů SVL jsou uvažovány pro cílový stav dle projektové dokumentace pro provedení stavby „ÚČOV – Rekonstrukce stávající vodní linky“.
- Požadovaný objem substrátů pro kofermentaci byl stanoven zadavatelem na cca 50 000 t/rok, tedy při uvažované hustotě 1 000 kg/m³, cca 50 000 m³/rok.
- Pro výpočet kapacity kalového hospodářství dle demografického vývoje do roku 2050 byl využit materiál „Koncepce řešení vody předané v rámci pražské metropolitní oblasti“ poskytnutý ve formě prezentace zadavatelem a dále pak „Studie posouzení návrhové kapacity ÚČOV“ zpracovaná Aqua Procon s.r.o. v roce 2020.
- Problematika kalů z pobočných čistíren odpadních vod (PČOV), přepojování PČOV apod. není řešena, jelikož se považuje z hlediska množství produkce kalů z PČOV za zanedbatelnou.
- V současnosti dovážené množství kosubstrátů do KH ÚČOV nelze oddělit od kalů a je tedy obsaženo v současné produkci kalů.

C.2 ANALÝZA DAT O PRODUKCI KALŮ

Před provedením výpočtu pro jednotlivé scénáře byla analyzována data za dobu souběžného provozu SVL a NVL, tedy od roku 2019 do současnosti. Za rok 2022 byla vzhledem k datu zpracování Studie zpracována data za měsíce 1-6. Starší data nebyla analyzována, neboť před rokem 2019 při izolovaném provozu SVL byla tato zatížena veškerými odpadními vodami a bylo využíváno chemické předsrážení, což je důvodem významně odlišného poměru produkce primárního a přebytečného kalu ve srovnání se současným stavem. Produkce kalů do roku 2018 včetně není tedy přenositelná na souběžný provoz NVL a SVL a dobu po rekonstrukci SVL. Výsledky analýzy jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Celkový směsný surový kal vstupující do kalového hospodářství vzniká smícháním kalových proudů SVL a NVL => SSK = SK SVL + ZPK SVL + SK NVL + ZPK NVL (podrobně popsáno v kapitole B.1.1 *Produkce kalů*). V Tabulka 14 tabulce (Tabulka 14 – Analýza kalů, produkce kalů m³/den jsou uvedena denní množství (m³/den) pro jednotlivé složky a celkové množství vstupující do KH.

Produkce kalů (m ³ /den)								
období		SK SVL	ZPK SVL	SK NVL	ZPK NVL	SVL	NVL	celkem
01.01.2019	31.12.2019	459	221	800	433	679	1 234	1 913
01.01.2020	31.12.2020	569	135	743	342	704	1 085	1 789
01.01.2021	31.12.2021	626	163	558	421	789	979	1 768
01.01.2022	30.06.2022	737	174	638	492	911	1 130	2 041

Tabulka 14 – Analýza kalů, produkce kalů m³/den

Koncentrace veškerých látek (VL) pro jednotlivé kalové proudy je uvedena v následující tabulce (Tabulka 15).

Koncentrace VL v kalech (%)					
období		SK SVL	ZPK SVL	SK NVL	ZPK NVL
01.01.2019	31.12.2019	5,3	7,6	5,9	5,8
01.01.2020	31.12.2020	5,1	7,0	6,0	6,1
01.01.2021	31.12.2021	4,6	6,7	6,1	6,0
01.01.2022	30.06.2022	4,6	7,0	6,4	5,7

Tabulka 15 - Analýza kalů, koncentrace VL v kalech (%)

Koncentrace veškerých látek – ztráta žiháním (VL ZŽ) pro jednotlivé kalové proudy je uvedena v Tabulce Tabulka 16.

Koncentrace VL ZŽ v kalech (%)					
období		SK SVL	ZPK SVL	SK NVL	ZPK NVL
01.01.2019	31.12.2019	80	69	79	81
01.01.2020	31.12.2020	80	69	78	76
01.01.2021	31.12.2021	78	71	77	75
01.01.2022	30.06.2022	78	72	80	76

Tabulka 16 - Analýza kalů, koncentrace VL ZŽ v kalech (%)

Produkce kalů (t/den)								
období		SK SVL	ZPK SVL	SK NVL	ZPK NVL	SVL	NVL	celkem
01.01.2019	31.12.2019	24	17	47	25	41	72	113
01.01.2020	31.12.2020	29	10	45	21	38	66	104
01.01.2021	31.12.2021	29	11	34	25	40	59	99
01.01.2022	30.06.2022	34	12	41	28	46	68	114

Tabulka 17 – Analýza kalů, produkce kalů (t/den)

Z vyhodnocení plyne, že roky 2020 a 2021 byly významně ovlivněny pandemií COVID-19, během které došlo k výraznému poklesu přitékajícího znečištění a tím i k poklesu produkce kalu. Pro další výpočty tak bylo možno využít roky 2019 a první pololetí roku 2022. Produkce kalů a bioplynu v letech 2019 a 2022 je velmi podobná. V roce 2019 byly zjištěny odchylky v poměrech mezi primárním a přebytečným kalem na NVL vzniklé odlišnou provozní strategií při provozování NVL ve zkušebním provozu jejím zhotovitelem (Sdružením ÚČOV Praha).

Z tohoto důvodu byla pro další výpočty využita data za první pololetí roku 2022, přičemž dodatečně bylo před odevzdáním Studie potvrzeno, že celkové množství kalu za celý rok se od odhadu vycházejícího z prvního pololetí významně neliší. Odhad dopočtem z prvního pololetí uveden v tabulce 12 je 114 t/den, reálné množství za celý rok 2022 111 t/den.

C.3 SCÉNÁŘE VÝHLEDOVÉ PRODUKCE KALŮ A VÝSLEDKY

Na základě jednání mezi objednatelem, provozovatelem a projektantem byly dohodnuty tři základní scénáře, které byly v rámci Studie dále posouzeny.

Posuzované scénáře:

- Scénář 1: scénář s maximální produkcí kalů z SVL a NVL a tím spojenými procesními opatřeními na vodních linkách, jejichž účelem je dosažení maximální produkce bioplynu.
- Scénář. 2: scénář inspirovaný stávajícím provozem, kdy je proces čištění odpadních vod optimalizován na nízkou spotřebu chemikálií, produkce bioplynu tak bude oproti stávajícímu stavu navýšena pouze díky zvýšení zatížení ÚČOV v budoucnu.
- Scénář 3: jedná se o scénář, kdy je provoz vodních linek nastaven stejně jako u scénáře č.2, ale zatížení ÚČOV je sníženo dle zkušeností s COVID, jedná se o scénář simulující extrémní situace.

Níže je k jednotlivým scénářům uveden stručný popis, výchozí podklady a vypočtená množství a kvalita kalů.

C.3.1 Scénář 1 - Maximální produkce bioplynu

C.3.1.1 Popis scénáře

Scénář vychází z požadavku na maximální produkci bioplynu, kdy chod obou linek i kalového hospodářství je zaměřen na dosažení tohoto požadavku za současného splnění podmínek vodoprávního povolení. Scénář může znamenat vyšší spotřebu chemikálií, zejména koagulantu, flokulantu a externího organického substrátu (metanol apod.), což se bude odrážet do provozních nákladů ÚČOV. Cílem je maximální přesun organických látek v přítoku do primárního kalu a jejich využití na tvorbu bioplynu.

Provozní charakteristika scénáře:

NVL

- Maximální provoz chemického srážení organických látek v D4D.
- Dávkování metanolu do denitrifikace.

SVL po rekonstrukci

- Maximální provoz srážení organických látek v usazovacích nádržích (UN)
- By-pass UN vyřazen z provozu
- Zavedení přítoku do postdenitrifikace vyřazeno z provozu

Kalové hospodářství

- Maximalizace příjmu organicky bohatých odpadů, odpadních vod a vedlejších produktů až do 15% sušiny produkce kalů.

Dle požadavku zadavatele je scénář rozdělen na varianty 1a předsrážení s využíváním externích substrátů pro tvorbu BP a 1b. předsrážení bez využití externích substrátů pro tvorbu BP.

C.3.1.2 Vstupní data

Jedná se o scénář, kdy nelze dimenzovat na základě stávajících provozních zkušeností, neboť stávající provoz je řízen spíše optimalizací pro chod vodních linek a úsporu chemikálií než pro maximalizaci tvorby BP, pro který by nebyl zajištěn dostatečný odbyt ani energetické využití. Proto tento scénář jako vstupní hodnoty využívá údaje z PD obou vodních linek a jako vstupní data produkce kalů byly použity tyto hodnoty:

- z PD rekonstrukce SVL produkce primárního kalu při použití chemického srážení (tj. týdenní maximum),
- z PD rekonstrukce SVL produkce přebytečného kalu při použití chemického srážení (tj. týdenní maximum),
- z PD NVL zahuštění přebytečného aktivovaného kalu na odstředivkách pro souběh provozu NVL a ÚČOV pro suché počasí,
- z PD NVL bilance produkce směsi primárního a terciálního kalu při souběhu NVL a ÚČOV pro suché počasí.

Podíl organických látek v kalech je vzat ze skutečnosti roku 2022.

C.3.1.3 Výpočet množství a kvality kalů

Množství produkovaných kalů je pro obě dílčí varianty 1a a 1b scénáře jsou identické a manifestuje se v něm výrazný přesun produkce kalů směrem ke kalu primárnímu v důsledku vysokého využívání procesu předsrážení pro zachycení organických látek s cílem jejich přesunu do VN pro výrobu BP.

Rozdíl dílčích variant je dán využitím kosubstrátů, kdy podíl kosubstrátů pro variantu 1a vychází z odhadovaného objemu substrátů pro kofermentaci stanoveného zadavatelem na cca 50 000 t/rok (viz. kapitola C.1). Toto množství kosubstrátu bude z celkového zatížení VN veškerými látkami představovat podíl cca 7% veškeré sušiny z produkovaných kalů. Vzhledem k vysokému podílu organických látek v kosubstrátech je podíl na organické sušině 9 %. Kosubstráty mají také celkově vyšší koncentraci sušiny, jejich objemový podíl je proto nižší a tvoří 4 % produkce kalů. Tento podíl kosubstrátů byl porovnán s literárními daty a konzultován s prof. Ing. Pavlem Jeničkem, CSc. z VŠCHT v Praze a bylo konstatováno, že nemůže negativně ovlivnit nebo destabilizovat proces anaerobní stabilizace kalů.

Z posouzení údajů v zadavatelem poskytnutých materiálech vyplývá, že tento scénář, který počítá s předsrážením, lze využít i pro výhledové zatížení dle předpokládaného demografického vývoje do roku 2050.

Scénář 1. a) Maximální produkce bioplynu s kosubstrátem							
		SK SVL	ZPK SVL	SK NVL	ZPK NVL	Kosubstrát	celkem
Produkce kalu – 100% sušina	kg/d	51 000	18 385	69 595	27 365	11 644	177 989
Konc. zahuštěného kalu	g/l	50	50	50	50	80	50
Objem zahuštěného kalu	m ³ /d	1 020	368	1 392	547	146	3 472
Podíl organických látek - ZŽ	%	78	72	80	76	95	79

Tabulka 18 – Výhledová analýza kalů: Scénář 1. a) – množství a kvalita kalu

Scénář 1. b) Maximální produkce bioplynu bez kosubstrátu						
		SK SVL	ZPK SVL	SK NVL	ZPK NVL	celkem
Produkce kalu – 100% sušina	kg/d	51 000	18 385	69 595	27 365	166 345
Konc. zahuštěného kalu	g/l	50	50	50	50	50
Objem zahuštěného kalu	m ³ /d	1 020	368	1 392	547	3 327
Podíl organických látek - ZŽ	%	78	72	80	76	78

Tabulka 19 - Výhledová analýza kalů: Scénář 1. b) – množství a kvalita kalu

C.3.2 Scénář 2 - Maximální efektivita hospodaření s chemikáliemi a čištění odpadních vod, standardní produkce bioplynu (inspirováno stávajícím provozem)

C.3.2.1 Popis scénáře

Scénář vychází z požadavku na maximální úsporný provoz obou linek a kalového hospodářství za současného splnění podmínek vodoprávního povolení. Scénář snižuje spotřebu chemikálií, zejména koagulantu, flokulantu a externího organického substrátu (metanol apod.). Produkce bioplynu je nižší než u Scénáře 1, jelikož není uvažováno s využitím kosubstrátů a odhadovaná produkce kalů je u NVL výrazně nižší než produkce kalů předpokládaná v PD NVL, která byla použita pro stanovení množství kalu ve variantě 1.

Provozní charakteristika scénáře:

NVL

- Minimální provoz chemického srážení organických látek v D4D.
- Minimální dávkování metanolu do denitrifikace.

SVL po rekonstrukci

- Srážení organických látek v usazovacích nádržích (UN) vyřazeno z provozu.
- By-pass UN využíván dle potřeby.
- Zavedení přítoku do postdenitifikace je prioritně využíváno.

Kalové hospodářství

- Příjem organicky bohatých odpadů, odpadních vod a vedlejších produktů je snížen, aby nedocházelo k pění anaerobní stabilizace.

C.3.2.2 Vstupní data

Pro tento scénář byla jako vstupní zvolena data produkce kalů za období 1. - 6. 2022 z následujících důvodů:

- rok 2019 a 2022 nejsou významně ovlivněny epidemií COVID-19,
- bilanční rozložení jednotlivých kalů za první polovinu roku 2022 je relevantnější, protože odráží v předchozích letech provedená optimalizační opatření na SVL i na NVL,
- produkce kalů z roku 2022 odpovídá maximální efektivitě hospodaření s chemikáliemi.

Produkce kalů byla z rozdělení nátok v roce 2022 SVL: NVL = 40% : 60% přepočtena na provozní rozdělení nátok SVL:NVL = 50% : 50%.

Budoucí produkce kalů byla ze současné produkce stanovena koeficientem navýšení na max. zatížení dle PD SVL a PD NVL. Stanovení těchto koeficientů je uvedeno v následující tabulce (Tabulka 20).

ukazatel		SVL 2019	NVL 2019	celkem 2019	SVL PD	NVL PD	celkem PD	EO přepočet dle PD
BSK ₅	t/d	32	60	93	48	48	97	1 609 583
CHSK _{Cr}	t/d	89	145	233	103	133	236	1 967 083
NL	t/d	46	69	114	56	92	148	2 699 545
koef. NL	t/d				1,23	1,35		

Tabulka 20 - Výhledová analýza kalů: Scénář 2 – Stanovení koeficientů navýšení produkce kalů

Jako základ pro stanovení těchto koeficientů byly použity bilanční hodnoty znečištění na přítoku za rok 2019, aby byl zohledněn vliv letních měsíců s nižším zatížením. Pro stanovení koeficientu byl zvolen ukazatel NL s ohledem na skutečnost, že projektované parametry SVL+NVL se v ukazatelích BSK₅ a CHSK_{Cr} liší od reálného zatížení již jen nepatrně (BSK₅ 97/93 t/den a CHSK_{Cr} 236/233 t/den). Příčinou je výrazně nižší projektované zatížení v EO v ukazatelích BSK₅ a CHSK_{Cr} oproti NL. Hodnoty koeficientů pro ukazatel NL jsou pro SVL = 1,23 a pro NVL 1,35.

Podíl organických látek v kalech je vzat ze skutečnosti za první polovinu roku 2022.

C.3.2.3 Výpočet množství a kvality kalů

Jedná se o scénář inspirovaný stávajícím provozem, kdy je množství kalu vzato z roku 2022 a přepočteno na plné zatížení obou vodních linek po rekonstrukci. Množství kalů tak vychází menší, než ve scénáři 1, protože zde není tak vysoká produkce primárního kalu, díky provozu bez předsrážení. Vzhledem k tomu, že scénář nepočítá s předrážením, je možno jej využít jen do naplnění kapacity ÚČOV po rekonstrukci, nikoli pro výhledové zatížení dle demografického vývoje do roku 2050.

Scénář 2 - Maximální efektivita hospodaření s chemikáliemi a čištění odpadních vod, standardní produkce bioplynu (inspirováno stávajícím provozem)						
		SK SVL	ZPK SVL	SK NVL	ZPK NVL	celkem
Produkce kalu – 100% sušina	kg/d	51 500	18 700	45 600	31 400	147 200
Konc. zahuštěného kalu	g/l	50	50	50	50	50
Objem zahuštěného kalu	m3/d	1 030	374	912	628	2 944
Podíl organických látek - ZŽ	%	78	72	80	76	77

Tabulka 21 - Výhledová analýza kalů: Scénář 2 – množství a kvalita kalu

C.3.3 Scénář 3 - Varianta sníženého zatížení (krizový scénář pro případ COVID, ekonomická krize apod.)

C.3.3.1 Popis scénáře

Scénář vychází z požadavku na maximální úsporný provoz obou linek a kalového hospodářství za současného splnění podmínek vodoprávního povolení, popř. i jeho změny v situaci sníženého zatížení. Jedná se o situaci obdobnou epidemii COVID, tedy minimální cestovní ruch, výpadek produkce odpadních vod od studentů, snížení dojíždění do Prahy v důsledku využívání home office apod. Příkladem může být epidemie, ekonomická krize, popř. válečný konflikt.

Provozní charakteristika scénáře:

NVL

- Minimální provoz chemického srážení organických látek v D4D.
- Minimální až nulové dávkování metanolu do denitrifikace.

SVL po rekonstrukci

- Srážení organických látek v usazovacích nádržích (UN) vyřazeno z provozu.
- By-pass UN využíván dle potřeby.
- Zavedení přítoku do postdenitrifikace je prioritně využíváno.

Kalové hospodářství

- Příjem organicky bohatých odpadů, odpadních vod a vedlejších produktů je minimální vzhledem k útlumu průmyslu a služeb.

C.3.3.2 Vstupní data

Množství produkce kalu pro tento scénář byla stanovena z produkce kalu ve Scénáři 2 snížením na nižší zatížení koeficientem snížení produkce, který byl pro jednotlivé typy kalů stanoven jakožto poměr produkce kalů v roce 2021 (COVID) a v roce 2022 (běžný stav).

Podíl organických látek v kalech je vzat ze skutečnosti roku 2021 (rok zasažený COVIDem).

C.3.3.3 Výpočet množství a kvality kalů

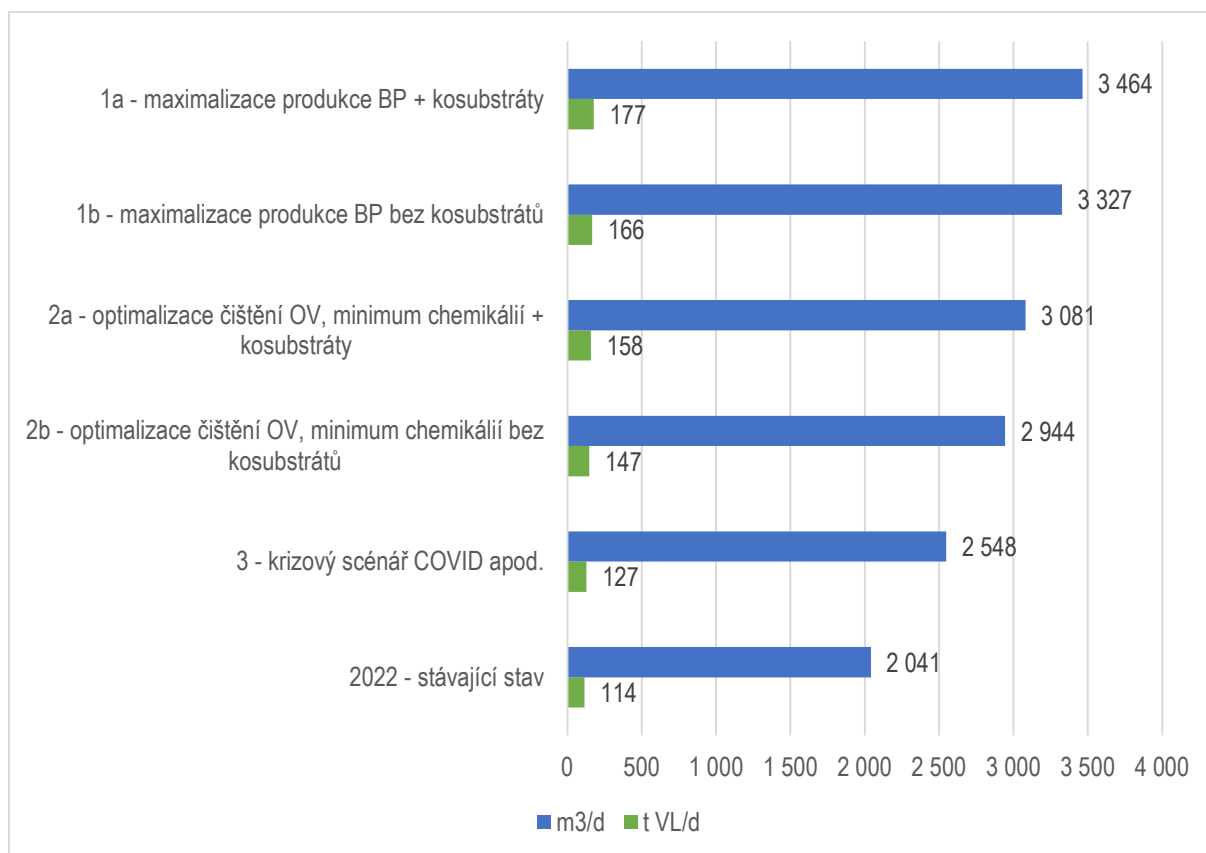
Jedná se o variantu inspirovanou stávajícím provozem, kdy jsou množství kalu vzata z roku 2022 přepočtena na budoucí rozdělení nátoky SVL : NVL = 50 % : 50 % a na plné zatížení obou linek po rekonstrukci. Takto vzniklá množství kalu pak byla snížena o 10-15 % (individuálně pro každý kalový proud) dle zkušeností s provozem v době pandemie COVID-19 v roce 2020 a 2021.

Scénář 3 - Varianta sníženého zatížení (krizový scénář COVID, ekonomická krize apod.)						
		SK SVL	ZPK SVL	SK NVL	ZPK NVL	celkem
Produkce kalu – 100% sušina	kg/d	43 800	16 700	38 600	28 300	127 400
Konc. zahuštěného kalu	g/l	50	50	50	50	50
Objem zahuštěného kalu	m ³ /d	876	334	772	566	2 548
Podíl organických látek – ZŽ	%	78	71	77	75	76

Tabulka 22 - Výhledová analýza kalů: Scénář 3 – snížené zatížení

C.4 OROVNÁNÍ PRODUKCE KALŮ PRO JEDNOTLIVÉ SCÉNÁŘE

V následujícím grafu je přehledně shrnuto porovnání produkce kalů pro jednotlivé scénáře a porovnání s produkcí za rok 2022 (stávající stav).



Obrázek 10 – Výhledová analýza kalů: porovnání produkce kalů pro jednotlivé scénáře

U Scénáře1, který představuje zpracování kalů v množství dle PD SVL a PDV NVL, činí ve srovnání se současným stavem nárůst produkce kalů ve variantě 1a se zpracováním kosubstrátů 56% t VL/d a ve variantě 1b bez zpracování kosubstrátů 45 % t VL/d.

Pro Scénář 2, představující zpracování množství kalů odpovídající nárůstu zatížení ÚČOV na projektovanou hodnotu v parametru NL, činí nárůst produkce kalů 29 % t VL/den oproti stávajícímu stavu.

Scénář 3, u kterého je produkce kalu dle Scénáře 2 ponížena na hodnoty odpovídající krizovému scénáři, je nárůst produkce kalů oproti stávajícímu stavu 11 % t VL/den.

ZÁVĚR:

Scénář 2 vychází z reálných hodnot provozu v bezcovidovém období. Reálné produkce kalu byly přepočteny na plné vytížení NVL a SVL. Tento scénář lze považovat za nejvýstižnější, a proto je navržen k dalšímu rozpracování a pokračování výpočtů.

C.5 POSOUZENÍ DIMENZOVÁNÍ KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ÚČOV DLE PŘEDPOKLÁDANÉHO DEMOGRAFICKÉHO VÝVOJE HL. M. PRAHY DO ROKU 2050

Pro posouzení dimenzování kalového hospodářství ÚČOV dle předpokládaného demografického vývoje hl. m. Prahy do roku 2050 byly použity údaje uvedené v prezentaci „Koncepce řešení vody předané v rámci pražské metropolitní oblasti“. Tato koncepce pro rok 2020 udává 1 335 tis. obyvatel připojených na vodovod a pro rok 2050 predikuje 1 687 tis. obyvatel připojených na vodovod. Pro účely dimenzování KH ÚČOV byly tyto údaje korigovány na současný počet 1 197 tis. obyvatel napojených na kanalizaci a také na napojení průmyslu (viz. Tabulka 23). Pro výpočet teoretického zatížení v t/den byly použity hodnoty specifického znečištění v g/d na 1 obyvatele dle ČSN 75 6401.

	2021	2050 vč. průmyslu	PD SVL + NVL	EO přepočet dle PD
počet obyvatel napojených na kanalizaci	1 197 645	2 108 598	1 609 583	1 609 583
zatížení BSK (t/den)	72	127	97	1 609 583
zatížení CHSK (t/den)	144	253	236	1 967 083
zatížení NL (t/den)	66	116	148	2 699 545

Tabulka 23 – Výhledový stav zatížení ÚČOV

Z tabulky je zřejmé, že v roce 2050 bude při naplnění demografických předpokladů teoretické zatížení ÚČOV vyšší než zatížení projektované v parametrech BSK₅ a CHSK_{Cr}, avšak v parametru NL nebude projektované zatížení naplněno. V takovém případě přepokládáme, že se situace bude řešit ve shodě s dokumentem „Studie posouzení návrhové kapacity ÚČOV“ (posuzováno pro rok 2040) za pomoci chemického předsrážení. Při provozu chemického předsrážení bude vznikat větší množství primárního kalu, a to až do maximální denní produkce uvedené v projektové dokumentaci, která počítá s denním zatížením v kritickém parametru NL až 148 t/den (tedy více než je teoretické zatížení ÚČOV v roce 2050).

Shrnutí:

Produkce znečištění odpadní vody zpracovaná na základě „Demografického vývoje do roku 2050“ stanovuje znečištění odpadní vody vyšší, než uvádí projektová dokumentace pro SVL a NVL, a to v parametrech BSK₅ a CHSK. Naopak množství nerozpuštěných látek obsažených v odpadní vodě má být nižší a porovnání s údaji z projektové dokumentace SVL a NVL. Produkci surového kalu více ovlivňuje bilance NL, než bilance CHSK a BSK₅, které se do formy kalu dostávají především v důsledku biologické přeměny rozpuštěného znečištění na nerozpuštěné látky – přebytečný aktivovaný kal. Z tohoto důvodu budou hodnoty produkce kalu dle Scénáře 2 vyhovovat i v případě naplnění hodnot produkce znečištění odpadní vody predikované pro rok 2050.

C.5.1 Predikce produkce kalů a bioplynu

Predikce produkce kalů na ÚČOV Praha do roku 2050 je založena na předpokládaném vývoji počtu obyvatel hlavního města Prahy do roku 2050. Hlavním předpokladem je, že celkové množství produkováných kalů bude úměrné počtu obyvatel hlavního města Prahy. Pro tuto projekci byly použity následující zdroje:

- Projekce obyvatelstva v hl. m. Praze do roku 2070 zveřejněná Českým statistickým úřadem,
- Koncepce řešení vody předané v rámci pražské metropolitní oblasti zpracovaná PVS a d plus projektová a inženýrská a.s. s využitím údajů PRVKUK
- Údaje ČSÚ o počtu obyvatel v hl. městě Praha v letech 2021 a 1.-3. čtvrtletí roku 2022

Výchozím rokem pro výpočet prognózy je rok 2022, jelikož delší časová řada počtu obyvatel nemá relevantní návaznost s ohledem na sčítání lidu provedené v roce 2021.

rok	počet obyvatel			produkce kalů t VL/den				produkce BP m³/rok	
	ČSU	ČSÚ + migrace	PRVKUK	SVL	NVL	celkem 2a)	celkem 2b)	celkem 2a)	celkem 2b)
2021	1 274 562 ²⁾	1 274 562		40	59		99		15 045 829
2022	1 281 219 ³⁾	1 281 219		43	68		111		16 643 924
2030	1 421 551 ¹⁾	1 531 551	1 427 991	52	81	144	133	22 805 890	19 995 390
2035	1 460 122	1 570 122		53	83	147	136	23 411 954	20 601 454
2040	1 498 693 ¹⁾	1 608 693		54	85	151	140	24 023 579	21 213 079
2045	1 542 493	1 652 493		56	88	155	144	24 710 102	21 899 602
2050	1 586 293 ¹⁾	1 696 293	1 687 892	57	90	158	147	25 440 734	22 630 234

Tabulka 24 – Predikce produkce kalů a bioplynu do roku 2050

Zdroje:

¹⁾ <https://www.czso.cz/csu/xa/projekce-obyvatelstva-v-hl-m-praze-do-roku-2070>

²⁾ <https://www.czso.cz/csu/xa/pohyb-obyvatelstva-v-hl-m-praze-v-roce-2021>

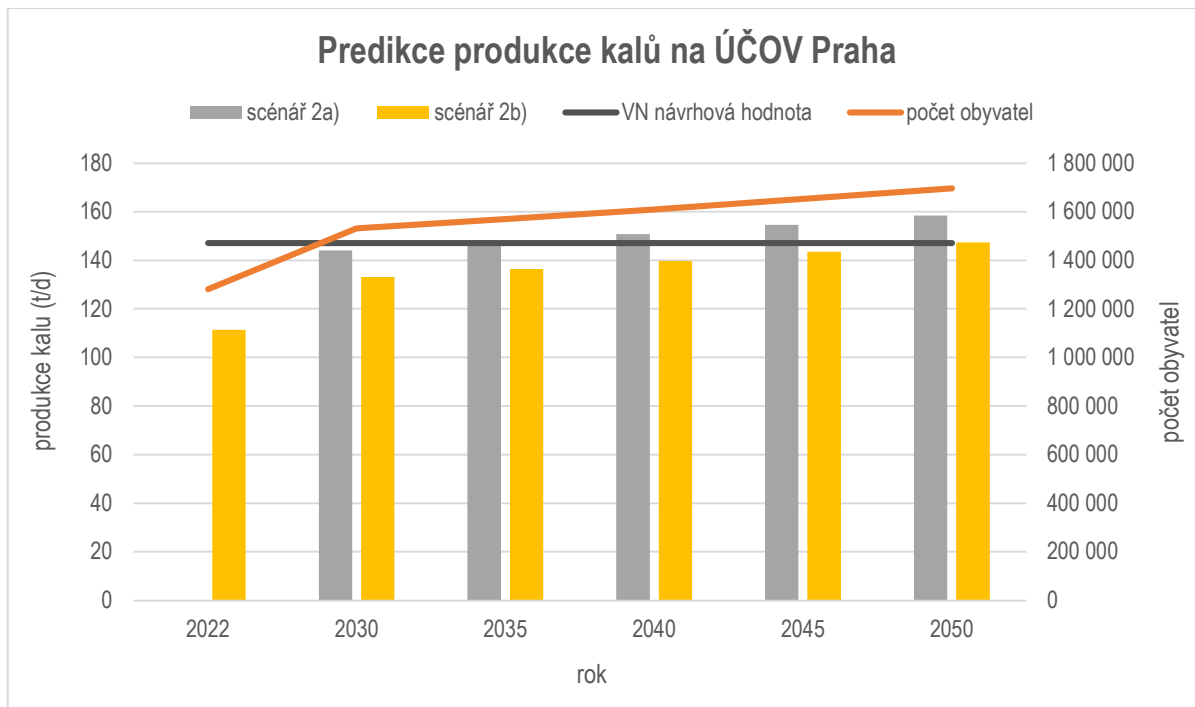
³⁾ <https://www.czso.cz/csu/xa/pohyb-obyvatelstva-v-hl-m-praze-v-1-3-ctvrtleti-2022>

Odhad počtu obyvatel provedený ČSÚ byl od roku 2030 navýšen o 110 000 obyvatel představujících cizí národnosti v důsledku uprchlické vlny, která nemohla být v prognóze ČSÚ zohledněna. Takto upravený odhad pro rok 2050 velmi dobře koresponduje s údaji použitými v Koncepci řešení vody předané.

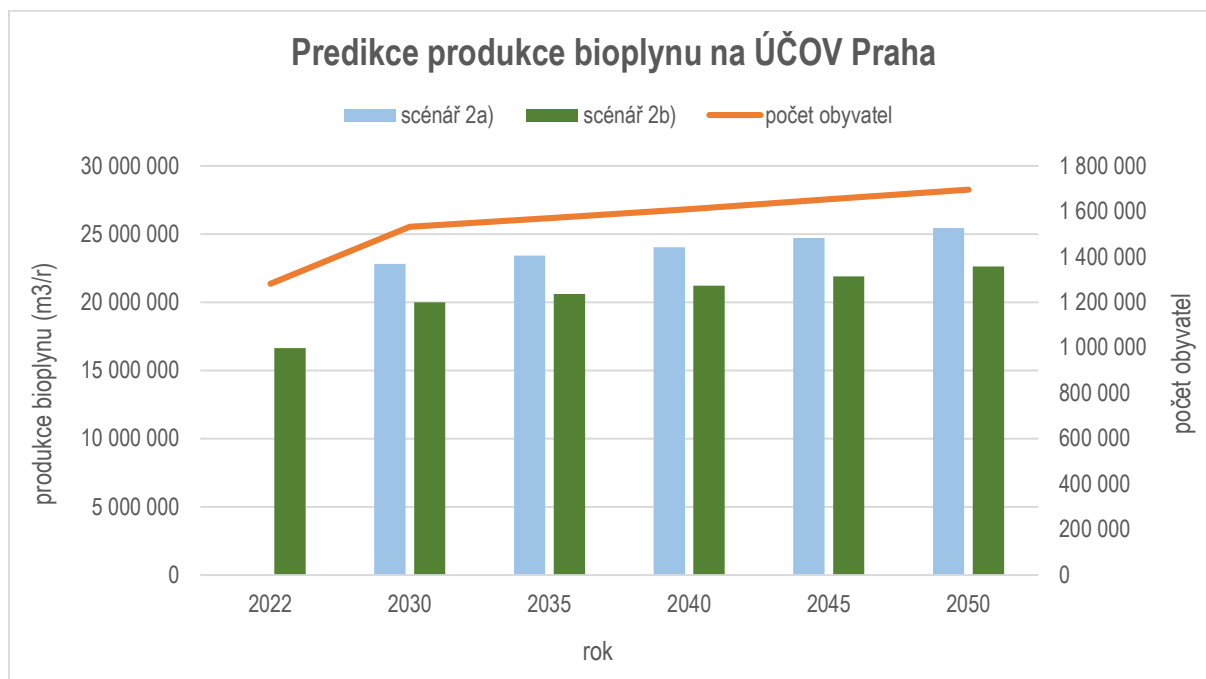
Odhad produkce kalu je vypracován pro scénáře 2. a) „Maximální efektivita hospodaření s chemikáliemi a čištění odpadních vod (inspirováno stávajícím provozem) s kosubstrátem“ a 2. b) „Maximální efektivita hospodaření s chemikáliemi a čištění odpadních vod, standardní produkce bioplynu (inspirováno stávajícím provozem)“.

Závěr:

Z grafického i tabelárního zpracování je zřejmé, že k dosažení produkce kalu, která odpovídá návrhové kapacitě VN (návrh viz kap. C.6) dojde bez dávkování kosubstrátů kolem roku 2050. Ve stejné době dojde k naplnění plánované produkce bioplynu bez kosubstrátu.



Obrázek 11 - Graf predikce produkce kalů do roku 2050



Obrázek 12 – Graf produkce bioplynu do roku 2050

C.6 DIMENZOVÁNÍ KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

Predikce produkce kalů byla zpracována pro tři základní scénáře budoucího vývoje (viz C.3). Z těchto variant byl vybrán jako nejvýstižnější Scénář 2. Tento scénář byl dále navýšen o výpočtové bilanční hodnoty stanovené jako měsíční maximální produkce kalu. Z těchto údajů bylo dále přistoupeno k výpočtu požadované dimenze vyhnívacích nádrží a výpočtu produkce bioplynu. Pro výpočet byl uvažován proces dvoustupňové termofilní stabilizace kalu, jehož volba je zdůvodněna v kapitole *D. Analýza a návrh procesní technologie kalového hospodářství*.

C.6.1 Produkce kalů

Pro dimenzování kalového hospodářství jsou použity produkce kalů, které vyjadřují roční průměrnou hodnotu a rovněž i výpočtové hodnoty bilance kalů, které zohledňují nerovnoměrnost produkce kalů. S ohledem na dobu zdržení kalu ve vyhnívacích nádržích je jako základ pro dimenzování kapacity kalového hospodářství použito měsíční maximum produkce kalů. Z analýzy naměřených hodnot vyplývá, že měsíční maximální produkce surového kalu kolísá okolo 120% průměrné roční produkce. Proto je výpočtová hodnota produkce surového kalu 1,2násobek hodnoty scénáře. Množství kosubstrátu je stejné jak v případě průměrné roční hodnoty, tak i u hodnoty výpočtové. Koncentrace kalu je ve všech případech stejná, tj. 5 %. Mění se objem kalů.

Komentář ke scénářům:

- **Scénář 1** vychází z hodnot znečištění dle projektové dokumentace. Jednotlivé formy znečištění přiváděné v odpadní vodě nejsou stejně zastoupeny v reálu a v projektové dokumentaci. Z toho vyplývá, že dosažitelná produkce primárního kalu je nižší, než je produkce kalů přepočtená z hodnot projektové dokumentace. Konstrukce tohoto scénáře dává výsledky, které hodnotově leží mezi průměrem a měsíčním maximem produkce kalů (výpočtová hodnota).
- **Scénář 2** vychází z reálných hodnot provozu v bezcovidovém období. Reálné produkce kalu byly přepočteny na plné vytížení NVL a SVL. Tento scénář lze považovat za nejvýstižnější, a proto je navržen k dalšímu rozpracování. Rovněž je doplněn o výpočtové hodnoty produkce kalů.
- **Scénář 3** je minimalistický a pro návrh technologie se nedoporučuje.

Pro další pokračování výpočtů byl tedy vybrán Scénář 2, který nejpravděpodobněji popisuje produkci kalu v budoucnosti. Hodnoty množství a produkce kalů pro tento scénář jsou uvedeny v *Tabulka 21 - Výhledová analýza kalů: Scénář 2 – množství a kvalita kalu*. Tento scénář byl po doplnění o výpočtové hodnoty – měsíční maximum produkce kalů (Tabulka 25) použit k výpočtům potřebné kapacity kalového hospodářství.

		Scénář 2 – roční průměr	Scénář 2 s kosubstrátem – roční průměr	Scénář 2 – výpočtové hodnoty –	Scénář 2 – výpočtové hodnoty s kosubstrátem
Produkce kalu - sušina	kg/d	147 200	147 200	176 640	176 640
Koncentrace kalu	g/l	50	50	50	50
Objem kalu	m ³ /d	2 944	2 944	3 533	3 533
Kosubstrát - sušina	kg/d	-	11 000		11 000
Koncentrace kosubstrátu	g/l	-	80		80
Objem kosubstrátu	m ³ /d	-	137,5		137,5
Sušina celkem	kg/d	147 200	158 200	176 640	187 640
Objem celkem	m ³ /d	2 944	3 082	3 533	3 670

Tabulka 25 – Produkce kalů pro dimenzování KH (Scénář č. 2)

Hlavní technologické objekty tedy budou dimenzovány dle Scénáře 2 a to po jeho doplnění o výpočtové bilanční hodnoty stanovené jako měsíční maximální produkce kalu.

C.6.2 Návrh objemu vyhnívacích nádrží

Pro návrh objemu vyhnívacích nádrží byly použity výpočtové hodnoty produkce kalů dle Scénáře 2 (viz Tabulka 25), což představuje měsíční maximum.

Zkušenosti stávajícího provozu ukazují, že stabilní provoz je v termofilním dvoustupňovém procesu možné udržet při následujících zatěžovacích parametrech:

- Celková doba zdržení v obou stupních dohromady 20 – 25 dní
- Celkové zatížení veškerými látkami 2,2 – 2,7 kg VL/m³.d
- Celkové zatížení organickou sušinou 1,6 – 2,0 kg VLzž/m³.d

Pro dimenzování objemu vyhnívacích nádrží (bez plynového prostoru) se navrhuje celková doba zdržení ve výši 20 dní v obou stupních dohromady, a to pro výpočtové hodnoty produkce kalu včetně kosubstrátu (Scénář 2). Výše uvedené údaje zatížení VN byly provozně ověřeny při provozu 6ti dvojic vyhnívacích nádrží.

Kalové hospodářství ÚČOV však několik let fungovalo s provozem pěti dvojic vyhnívacích nádrží. Provoz pěti dvojic vyhnívacích nádrží je při vyšší produkci surového kalu relativně nestabilní a vyžaduje velice náročný způsob provozování. Pomocí provozních opatření je nezbytné minimalizovat kolísání produkce surového kalu a tím omezit nerovnoměrné zatěžování vyhnívacích nádrží jak v průběhu dne, tak i mezi jednotlivými dny. Jedním z používaných opatření je čerpání primárního kalu ze SVL jako zrcadlový obraz

produkce primárního kalu z NVL. Produkce zahuštěného přebytečného kalu je z SVL i NVL v průběhu dne v podstatě konstantní. Při vyšší produkci kalu nemá provoz již k dispozici provozní opatření, kterými by mu umožňovaly zatěžování vyhnívacích nádrží tak, aby nedocházelo k jejich přetěžování s následkem pěnění, kolísání teploty v VN apod. V tomto období byly zatěžovací parametry úměrně vyšší (o 20 %).

Vyhnívací nádrže jsou v provozu zatěžovány i denní nerovnoměrností produkce kalu. Doba zdržení kalu v prvním stupni vyhnívací nádrže by však neměla poklesnout pod 8 dní. Při nižší době zdržení nastává nestabilní provoz.

Ve výpočtu zatížení vyhnívacích nádrží ve stávajícím stavu byly použity hodnoty mírně snížené hladiny kalu ve vyhnívacích nádržích v důsledku pěnění. Za těchto podmínek měl první stupeň VN objem 4030 m³ a druhý stupeň 3 780 m³ (celkový využitelný objem 46 860 m³). Provozní řád uvádí čísla mírně vyšší a to 4 383 m³ v prvním stupni a 3 991 m³ ve stupni druhém (celkový objem 50 244 m³).

V následující tabulce (Tabulka 26) je uvedeno porovnání mezi objemem stávajících vyhnívacích nádrží a návrhem objemu nových VN. Zatěžovací parametry nových VN jsou pak uvedeny v Tabulka 27.

		Návrh objemu nových VN	Objem stávajících VN
Celkový objem VN I° a II°	m ³	74 000	46 860
% celkového objemu ve VN I°	%	50	51,6
% celkového objemu ve VN II°	%	50	48,4
Objem VN I°	m ³	37 000	24 180
Objem VN II°	m ³	37 000	22 680

Tabulka 26 – Velikost objemu stávajících VN a návrh objemu nových VN

		Scénář 2	Scénář 2 s kosubstr.	Výpočtová hodnota	Výpočtová hodnota kosubstr.
Sušina celkem - VL	kg/d	147 200	158 200	176 640	187 640
Objem celkem	m ³ /d	2 944	3 082	3 533	3 670
Organické látky - VLzž	t VL/den	114 816	125 266	137 779	148 229
doba zdržení v VN I°	den	12,6	12,0	10,5	10,1
doba zdržení v VN II°	den	12,6	12,0	10,5	10,1
doba zdržení v VN celkem	den	25,1	24,0	20,9	20,2
Zatížení OL v VN I°	kg OL/m ³ .d	3,10	3,39	3,72	4,01
Zatížení OL v VN celkem	kg OL/m ³ .d	1,55	1,69	1,86	2,00

Tabulka 27 – Zatěžovací parametry nových VN

Závěr:

Pro další výpočty bude počítáno s dvoustupňovým termofilním procesem s celkovým objemem vyhnívacího prostoru 74 000 m³. Tento objem vyhnívacích nádrží nezapočítává plynový prostor. Případné technologické varianty procesu budou odvozeny od produkce kalu dle Scénáře 2 včetně výpočetních hodnot.

C.6.3 Bilance produkce bioplynu a vyhnílého kalu

Pro vypracování bilance produkce bioplynu a bilance vyhnílého kalu byla použita pro surový kal hodnota specifické produkce bioplynu na přivedené organické látky ve výši 0,54 m³/kg organických látek a 0,7 m³/kg externího substrátu. Výsledné hodnoty bilance produkce bioplynu pro vybraný Scénář 2 jsou uvedeny v Tabulka 28. Bilance surového a vyhnílého kalu je pak uvedena v Tabulka 29.

		Scénář 2	Scénář 2 s kosubstrátem	Výpočtová hodnota	Výpočtová hodnota s kosubstrátem
Surový kal					
Produkce kalu - sušina	kg/d	147 200	147 200	176 640	176 640
denní průtok kalu	m ³ /d	2 944	2 944	3 533	3 533
Kosubstrát					
Kosubstrát - sušina	kg/d	0	11 000	0	11 000
Objem kosubstrátu	m ³ /d	0	137,5	0	137,5
Sušina celkem	kg/d	147 200	158 200	176 640	187 640
Objem celkem	m ³ /d	2 944	3 082	3 533	3 670
denní bilance OL	kg OL/d	114 816	125 266	137 779	148 229
koeficient produkce bioplynu z kalu	m ³ /kg OL	0,54	0,54	0,54	0,54
koeficient produkce bioplynu z kosubstrátu	m ³ /kg kosubstrátu	0,7	0,7	0,7	0,7
produkce bioplynu celkem	m ³ /d	62 001	69 701	74 401	82 101
	m ³ /rok	22 630 234	25 440 734	-	-

Tabulka 28 – Bilance produkce bioplynu

Bilance vyhnílého kalu a produkce bioplynu vychází z celkové bilance organického a anorganického podílu kalu a externího substrátu, které jsou zapojeny do procesu anaerobní stabilizace.

Dimenzování procesů čištění odpadních vod a stabilizace kalů se provádí na předpokládané maximální hodnoty. Pro anaerobní stabilizaci kalů je vzhledem k době zdržení kalu ve vyhnívacích nádržích odpovídající hodnotou měsíční produkce surového kalu. Z dlouhodobého statistického hodnocení je

měsíční maximum přibližně 120 % průměrné roční produkce kalu. Proto byla k vybranému Scénáři 2, který představuje průměrnou roční produkci surového kalu dopočtena „výpočtová hodnota“ na kterou je proces anaerobní stabilizace kalu dimenzován. Výpočtová hodnota je 120 % produkce surového kalu dle Scénáře 2. Denní množství externího substrátu dodávaného do procesu se zavedením výpočtové hodnoty nemění.

		Scénář 2	Scénář 2 s kosubstrátem	Výpočtová hodnota	Výpočtová hodnota s kosubstrátem
Vstup do VN					
Veškeré látky	kg/d	147 200	158 200	176 640	187 640
organické látky	kg/d	114 816	125 266	137 779	148 229
objem	m ³ /d	2 944	3 082	3 533	3 670
koncentrace	g/l	50,0	51,3	50,0	51,1
vyhnilý kal					
Veškeré látky	kg/d	74 039	81 021	88 847	95 828
organické látky	kg/d	41 655	47 537	49 986	55 868
objem	m ³ /d	2 944	3 082	3 533	3 670
koncentrace	g/l	25,1	26,3	25,1	26,1
Koncentrace odvodněného kalu	%	30	30	30	30
Bilance odvodněného kalu	t/d	246,8	270,1	296,2	319,4

Tabulka 29 – Bilance surového a vyhnilého kalu

D. ANALÝZA A NÁVRH PROCESNÍ TECHNOLOGIE KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

V této fázi studie je řešen návrh nejvhodnější procesní technologie stabilizace kalů pro modernizované kalové hospodářství. Jako základní posuzovaná technologie stabilizace kalů je pro tuto studii vzata stávající varianta dvoustupňového termofilního procesu (dále jen TAD), která také vychází z doporučení „Studie proveditelnosti KH 2019.“ Základní výhodou této varianty uspořádání je to, že se jedná o stávající systém, který je dlouhodobě ověřený, velmi stabilní a s produkcí bioplynu nad průměrem běžných ČOV (v rozhodující většině provozovaných v mezofilním režimu).

Alternativně je posuzován moderní systém teplotně fázované anaerobní stabilizace (dále jen TPAD), který je založen na tom, že první stupeň je provozován v termofilním a druhý v mezofilním režimu. Výhodou je menší teplotní gradient z většího objemu druhého stupně, a tedy úspora tepla oproti dvoustupňovému termofilnímu procesu při zachování výhod vysoké produkce bioplynu a stability dvoustupňového procesu. Nevýhodou jsou poměrně řídké zkušenosti z provozu na obdobně velkých ČOV (zejména v USA) a nutnost složitějšího uspořádání propojení stupňů, zejména potřeba využití mezistupňové rekuperace tepla pro zachování úsporné tepelné bilance.

Vzhledem k malému množství referencí k procesu TPAD na ČOV odpovídající velikosti nebylo možné jednoznačně rozhodnout o nejvhodnějším uspořádání. V rámci této studie byla proto zpracováno podrobné porovnání (Ing. K. Hartig CSc.) obou variant, a to jak teoretické (část „varianty technologie stabilizace kalů“), tak konkrétní pro podmínky ÚČOV (část „porovnání procesů v podmínkách ÚČOV“). Výsledkem této části Studie je pak doporučení konkrétní technologie pro další fáze projektové a inženýrské přípravy modernizace KH.

D.1 VARIANTY TECHNOLOGIE STABILIZACE KALŮ

D.1.1 Základní pojmy

Anaerobní rozklad

Anaerobní rozklad organických látek je soubor dílčích, na sebe navazujících procesů. Rozklad organických látek na konečné produkty metan – CH_4 a oxid uhličitý – CO_2 vyžaduje koordinovanou součinnost jednotlivých skupin mikroorganismů. Produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává potravou = substrátem skupiny druhé. Proto nedostatečná aktivita jedné skupiny může porušit dynamickou rovnováhu celého procesu a tím i snížení účinnosti celého anaerobního procesu rozkladu organických látek.

Proces anaerobního rozkladu se skládá ze 4 základních procesů a to hydrolýzy, acidogenese, acetogenese a metanogenese.

V průběhu **hydrolýzy** jsou rozkládány makromolekulární rozpuštěné i nerozpuštěné organické látky na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě. Vznikající nízkomolekulární látky jsou na rozdíl od vysokomolekulárních látek schopny transportu dovnitř buňky. Hydrolytické a acidogenní mikroorganismy

jsou nejrychlejší a nejodolnější skupina bakterií vůči změnám podmínek. Rychlost produkce metanu v anaerobním procesu je obvykle limitována rychlostí destrukce biopolymerů.

Produkty hydrolýzy jsou uvnitř buňky rozkládány dále na nejjednodušší látky (organické kyseliny, alkoholy, CO₂, H₂ apod.) Tomuto procesu se říká **acidogenese**.

V dalším stupni rozkladu – **acetogenesi** probírá oxidace produktů acidogenese na vodík, oxid uhličitý a kyselinu octovou.

V posledním stadiu rozkladu – **metanogenesi**, metanogenní mikroorganismy rozkládají své specifické substráty, což jsou jednoduhlikaté látky (metanol, kyselina mravenčí, metylaminy, oxid uhličitý, vodík apod.) za vzniku oxidu uhličitého a metanu. Z víceuhlikatých sloučenin se procesu zúčastňuje pouze kyselina octová.

Podmínky ovlivňující proces anaerobního rozkladu

Teplota je nejvýznamnějším faktorem ovlivňující růst mikroorganismů. Teplota ovlivňuje rychlost všech reakcí probíhajících vně i uvnitř mikroorganismů. Vliv teploty na každý mikroorganismus je jiný, tak teplota ovlivňuje složení směsné kultury mikroorganismů. Pro každý mikroorganismus existuje optimální teplota a teplotní rozmezí, ve kterém mikroorganismus může růst. Obecně lze říci, že ve vhodném teplotním rozmezí s rostoucí teplotou vzrůstá i reakční rychlost.

Se zvyšující se teplotou výrazně klesá rozpustnost plynů v kapalné fázi – vodě. Nižší rozpustnost plynů NH₃, CO₂, H₂S a H₂, které negativně ovlivňují anaerobní proces způsobuje, nižší koncentraci těchto plynů při termofilní teplotě v kalu a tím i vyšší koncentraci v bioplynu. Snížení rozpustnosti CO₂ má za následek zvýšení neutralizační kapacity systému.

Zvýšení teploty rovněž způsobuje snížení viskozity reakční směsi. To má za následek nižší energetické nároky na míchání. Rychlost difuze rozpuštěných látek se zvyšuje asi o 50 % v termofilních podmínkách oproti mesofilní teplotě. Vzhledem ke skutečnosti, že rychlost růstu termofilních mikroorganismů je 2 – 3 x větší v termofilním procesu, tak rychlost odstraňování rozpuštěného substrátu může být limitována difusí.

Vliv termofilních podmínek na jednotlivé stupně procesu:

Hydrolýza – se vzrůstající teplotou roste rychlost hydrolýzy

Acidogenese – není limitujícím procesem ani v termofilních, ani v mesofilních podmínkách

Acetogenese – většina acetodenních bakterií žije v syntrofním společenství s metanogeny.

Metanogenese – Obecně mají termofilní metanogeny vysoké maximální růstové rychlosti a krátkou generační dobu. Vyšší růstové rychlosti a vyšší rychlost rozkladu za termofilních podmínek umožňují snížení doby zdržení v reaktoru. V důsledku toho je možné vyšší zatížení vyhnívací nádrže při termofilních podmínkách, oproti mezofilní teplotě.

Při použití termofilního procesu dochází k hlubšímu rozkladu – odstranění organických látek z kalu, a to při stejné době zdržení ve vyhnívací nádrži.

D.1.2 Termofilní anaerobní stabilizace (TAD)

Obvykle se jedná o dvoustupňový proces probíhající při teplotě kolem 55°C. První stupeň je vždy míchaný a vyhřívaný. Druhý stupeň se doporučuje taktéž míchaný a uzavřený. Z obou stupňů vyhnívacích nádrží se odebírá bioplyn. Při termofilní anaerobní stabilizaci je dosahováno hlubšího stupně rozkladu organických látek a vyšší produkce bioplynu v porovnání s mezofilní anaerobní stabilizací. Anaerobní proces je doprovázen zvýšeným hygienizačním efektem, který je zapříčiněn působením zvýšené teploty po dobu zdržení v reaktoru. Efekt hygienizace snižuje zkratové proudění v reaktoru. Pokud je mu zabráněno, výstupní kal dosahuje požadovaných hygienických parametrů.

Termofilní proces má jako vysoce intenzivní proces odpovídající nároky na udržování optimálních podmínek, a to především dodržení konstantní teploty a minimalizace prudkých změn látkového zatížení. Další důležitou podmínkou dobré funkce a stability termofilního procesu je aktivní a dobře adaptovaná termofilní kultura.

Zvýšený hygienizační účinek, který je předností termofilní anaerobní stabilizace, spočívá nejen ve zvýšené teplotě, ale také ve vysoké hydrolytické aktivitě termofilních kultur bakterií. Zvýšení teploty způsobuje také snížení viskozity reakční směsi, což vede k nižším energetickým nárokům na míchání.

Převedení procesu anaerobní digesce z mezofilních na termofilní podmínky je jednou z možností, jak intenzifikovat kalové hospodářství a zvýšit jeho kapacitu. Zároveň by se odstranily přetížené reaktory.

Při anaerobní stabilizaci dochází k významným změnám v mikrobiálním společenství kalu. Dochází k různému stupni destrukce přítomných mikroorganismů, a tím i patogenů. Stupeň destrukce závisí na technologických podmínkách. Mezi nejdůležitější patří teplota a doba zdržení. Hygienizační účinek vzrůstá s teplotou a dobou zdržení. Čím vyšší je odstranění organických látek v průběhu procesu, tím vyšší je hygienizační efekt.

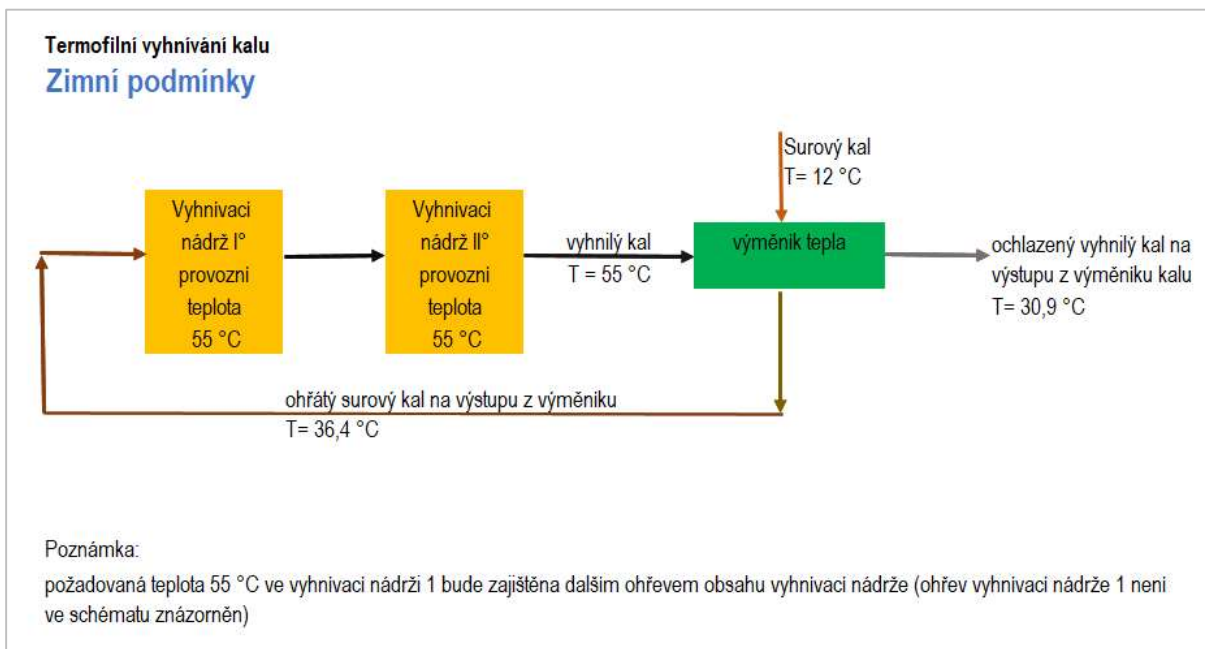
Při hygienizaci je zapotřebí dodržet požadované parametry doby zdržení a homogenity nádrží, a to jak v prvním, tak i v druhém stupni stabilizace. Míchání prvního a druhého stupně musí minimalizovat vznik zkratových proudů uvnitř nádrží.

D.1.2.1 Schéma procesu TAD

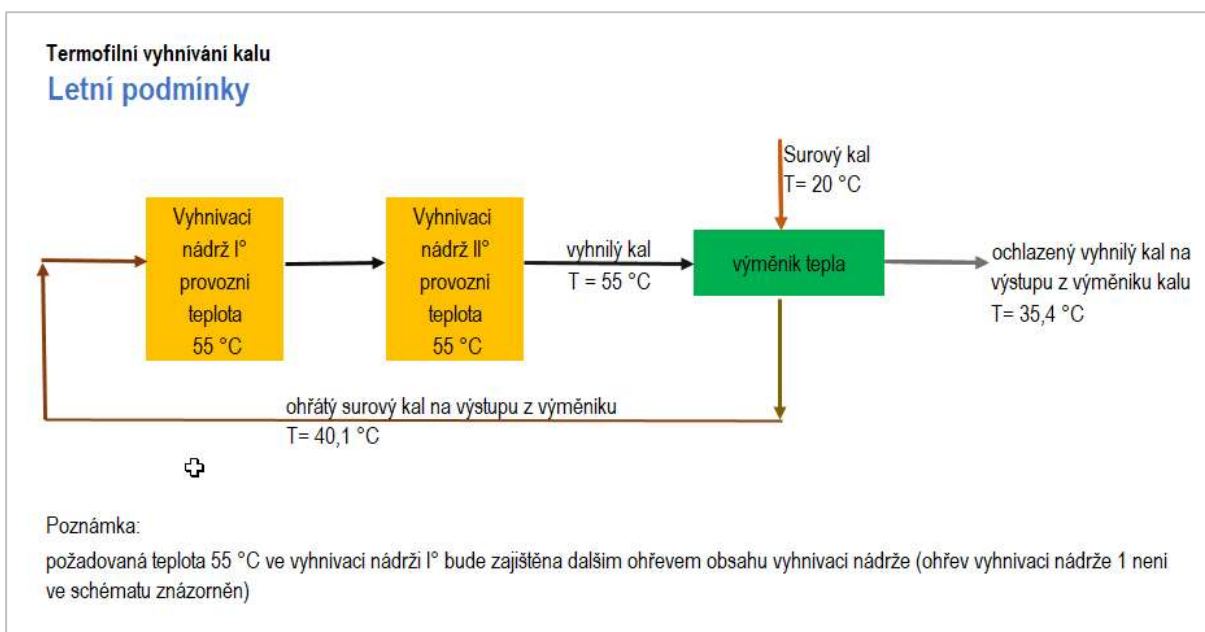
Termofilní proces je znázorněn ve schématech pro letní a zimní podmínky

- Výměník tepla je umístěn na odtoku z vyhnívací nádrže druhého stupně
- Za těchto podmínek výměník tepla pracuje s „rozumným“ teplotním spádem
- S rostoucím zpětným využitím tepla roste potřebná velikost rekuperačního výměníku

- Konečný návrh rekuperačního výměníku bude záviset na upřednostnění výše investičních, nebo provozních nákladů



Obrázek 13 – Schéma TAD – zimní podmínky



Obrázek 14 – Schéma TAD – letní podmínky

D.1.3 Teplotně fázová anaerobní stabilizace (TPAD)

Teplotně fázovaná anaerobní stabilizace – TPAD (Temperature Phased Anaerobic Digestion) je technologická modifikace anaerobního procesu, která odděluje jeho předmethanizační a metanizační fázi. Stabilizace je realizována jako dvoustupňová s prvním stupněm termofilním (předmetanizační fáze) a druhým stupněm, který je provozován při mezofilní teplotě (metanizační fáze).

Předpokládá se, že toto uspořádání má potenciál kombinovat výhody termofilní a mezofilní stabilizace. Tj. díky vysoké teplotě v prvním termofilním stupni urychlit hydrolýzu a acidogenezi. V druhém mezofilním stupni je možné lépe optimalizovat podmínky pro finální fázi anaerobního rozkladu – methanogenezi a činit tento stupeň účinnějším a stabilnějším při současné úspoře energie na ohřev kalu, oproti termofilnímu procesu.

První, termofilní stupeň má sklon k pění. Proto musí být reaktor vybaven dostatečně velkým plynovým prostorem, aby se zamezilo úniku pěny do plynového potrubí.

Pro spolehlivou funkci anaerobní stabilizace ve vyhnívací nádrži je potřeba splnit několik důležitých podmínek:

- Rovnoměrný přísun substrátu do celého pracovního objemu vyhnívací nádrže. V praxi to znamená, aby interval mezi jednotlivými dávkami kalu nebyl více než 1 – 2 hodiny.
- Udržení stálé a stejné teploty v celém objemu nádrže. Tato podmínka je podmíněna souběhem dostatečně výkonného ohřevu s mícháním nádrže a dávkováním substrátu.
- Udržení vhodného prostředí pro směs mikroorganismů, které se zúčastňují anaerobní digesce tak, aby vzájemně sdílely meziprodukty digesce.

Splnění výše uvedených podmínek je přispívá k zrovnoměnění produkci bioplynu a následně i tím k snížení potenciálu vyhnívacích nádrží k pění. Problémy s tvorbou pěny vznikají nejen při trvalém přetížení vyhnívací nádrže, ale i při krátkodobém přetížení v řádu několika hodin, například při nerovnoměrném dávkování substrátu během dne.

D.1.3.1 Schéma procesu TPAD

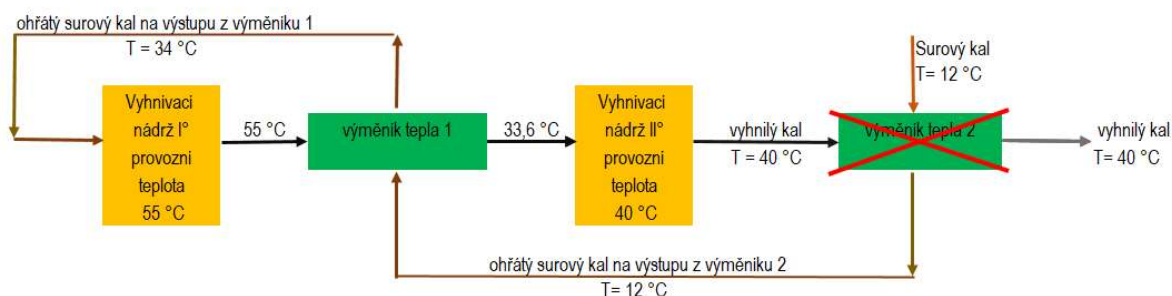
Teplotní fázování anaerobního procesu (TPAD) je zobrazeno na schématech ve dvou alternativách, a to pro letní i zimní podmínky

- Pro TPAD proces jsou navrženy 2 místa pro rekuperační výměníky
- Výměník č.1 je umístěn mezi vyhřívací nádrží 1 a vyhřívací nádrží 2 a slouží k ochlazení kalu z termofilní teploty 55 °C na mezofilní teplotu, tj. maximálně 40 °C
- Výměník č.2 je zařazen za vyhřívací nádrží 2 a slouží k využití tepla z mezofilního procesu
- Jsou 2 možnosti zapojení obou výměníků. V **alternativě A** je surový kal zaveden do výměníku 1 (tj. za vyhřívací nádrž II°) a zde přehřátý kal je zaveden do výměníku 2, který je umístěn mezi termofilním a mezofilním stupněm k ochlazení kalu z 55 °C pod 40 °C
- V **alternativě B** je surový kal zaveden do výměníku 2 (tj. mezi vyhřívací nádrž II° a I°) a zde přehřátý kal je zaveden do výměníku 1, který je umístěn za vyhřívací nádrž II° k získání tepla z vyhřívaného kalu.
- Výměník č. 1 musí snížit teplotu kalu z 55 °C pod 40 °C a stálá teplota 40 °C se bude v VN II° udržovat mírným ohřevem
- V případě zapojení výměníků kalů dle alternativy A, bude surový kal z rekuperačního výměníku 2 natolik přehřátý, že neumožní ochlazení termofilního kalu ve výměníku 1 na teplotu pod 40 °C
- V případě zapojení rekuperačních výměníků dle Alternativy B, nebude pro rekuperační výměník č. 2 k dispozici dostatečný teplotní spád, aby zařazení tohoto výměníku dávalo technický smysl (výměník tepla by musel být neúměrně velký).

TPAD - teplotní fázování anaerobního procesu

Alternativa A

Zimní podmínky



Poznámka:

za výměníkem 1 je požadována teplota 38 °C, aby za výměníkem 1 bylo vždy dosaženo teploty pod 40 °C

požadovaná teplota 55 °C ve vyhřívací nádrži 1 bude zajištěna dalším ohřevem obsahu vyhřívací nádrže (ohřev vyhřívací nádrže 1 není ve schématu znázorněn)

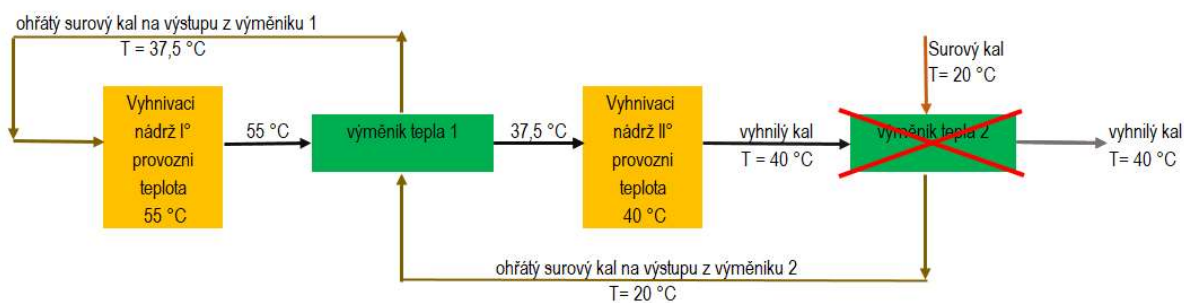
požadovaná teplota 40 °C ve vyhřívací nádrži 2 bude zajištěna dalším ohřevem obsahu vyhřívací nádrže (ohřev vyhřívací nádrže 2 není ve schématu znázorněn)

Obrázek 15 – Schéma TPAD – Alternativa A - zimní podmínky

TPAD - teplotní fázování anaerobního procesu

Alternativa A

Letní podmínky



Poznámka:

za výměníkem 1 je požadována teplota 38 °C, aby za výměníkem 1 bylo vždy dosaženo teploty pod 40 °C

požadovaná teplota 55 °C ve vyhřívací nádrži 1 bude zajištěna dalším ohřevem obsahu vyhřívací nádrže (ohřev vyhřívací nádrže 1 není ve schématu znázorněn)

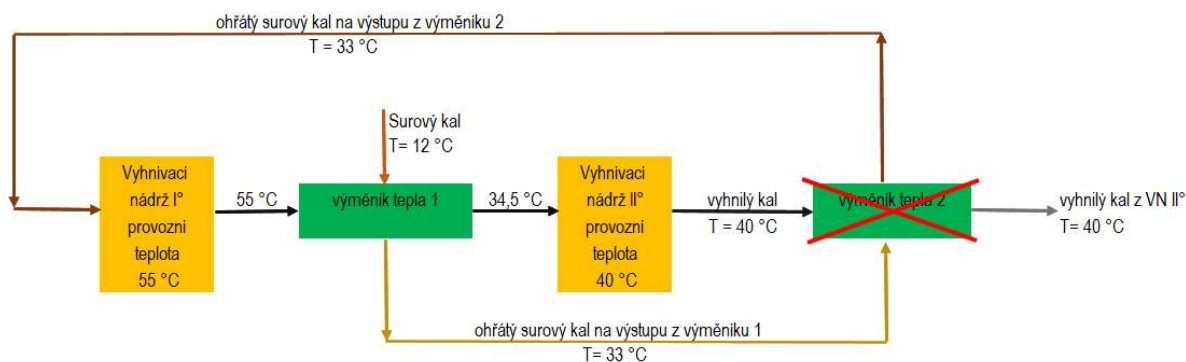
požadovaná teplota 40 °C ve vyhřívací nádrži 2 bude zajištěna dalším ohřevem obsahu vyhřívací nádrže (ohřev vyhřívací nádrže 2 není ve schématu znázorněn)

Obrázek 16 – Schéma TPAD – Alternativa A - letní podmínky

TPAD - teplotní fázování anaerobního procesu

Alternativa B

Zimní podmínky



Poznámka:

za výměníkem 1 je požadována teplota 38 °C, aby za výměníkem 1 bylo vždy dosaženo teploty pod 40 °C

požadovaná teplota 55 °C ve vyhřívací nádrži 1 bude zajištěna dalším ohřevem obsahu vyhřívací nádrže (ohřev vyhřívací nádrže 1 není ve schématu znázorněn)

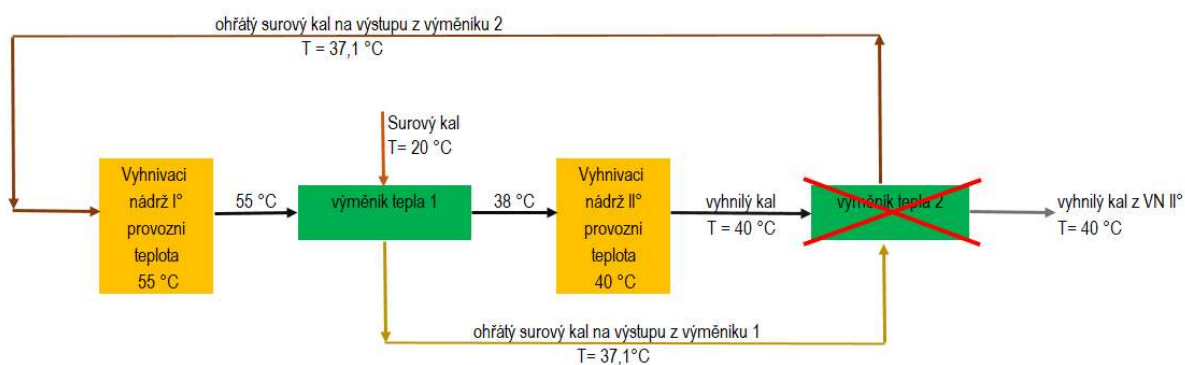
požadovaná teplota 40 °C ve vyhřívací nádrži 2 bude zajištěna dalším ohřevem obsahu vyhřívací nádrže (ohřev vyhřívací nádrže 2 není ve schématu znázorněn)

Obrázek 17 - Schéma TPAD – Alternativa B - zimní podmínky

TPAD - teplotní fázování anaerobního procesu

Alternativa B

Letní podmínky



Poznámka:

za výměníkem 1 je požadována teplota 38 °C, aby za výměníkem 1 bylo vždy dosaženo teploty pod 40 °C

požadovaná teplota 55 °C ve vyhřívací nádrži 1 bude zajištěna dalším ohřevem obsahu vyhřívací nádrže (ohřev vyhřívací nádrže 1 není ve schématu znázorněn)

požadovaná teplota 40 °C ve vyhřívací nádrži 2 bude zajištěna dalším ohřevem obsahu vyhřívací nádrže (ohřev vyhřívací nádrže 2 není ve schématu znázorněn)

Obrázek 18 - Schéma TPAD – Alternativa B – letní podmínky

D.2 POROVNÁNÍ TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ V PODMÍNKÁCH ÚČOV

V této části je uvedeno podrobné porovnání procesů TAD a TPAD v konkrétních podmínkách ÚČOV. V podkapitole D.2.1 je uvedena přehledová tabulka (*Tabulka 30 – Přehledová tabulka porovnání procesů TAD a TPAD*), kde jsou oba procesy porovnány hlediska všech podstatných aspektů. Na konci tabulky jsou pak uvedeny rozhodující závěry a doporučení. V podkapitole D.2.2 je výpočtová část – porovnání potřeby tepla pro oba procesy.

D.2.1 Porovnání procesů TAD a TPAD

Termofilní anaerobní stabilizace (TAD)	Teplotně fázované anaerobní stabilizace (TPAD)
Celkový objem VN	
V případě ÚČOV se počítá se stejným objemem vyhnívacích nádrží ve výši 74 000 m ³ pro oba procesy.	V případě ÚČOV se počítá se stejným objemem vyhnívacích nádrží ve výši 74 000 m ³ pro oba procesy.
Jednostupňový či dvoustupňový proces	
Pro termofilní proces je možné použít jak jednostupňový, tak i dvoustupňový proces. Jednostupňový proces má rovnoměrnější zatížení nádrží, což se příznivě projeví ve snížení sklonu nádrží k pění. Dvoustupňový proces je výkonnější s ohledem na provoz prvního stupně při vyšším zatížení. Dvoustupňový proces má výrazně menší zkratové proudy než jednostupňový proces. U dvoustupňového procesu lze použít i jiné rozdělení objemů než 50:50. Teoretický smysl dává pouze použití menšího objemu prvního stupně v porovnání s druhým stupněm vyhnívacích nádrží.	Jedná se vždy o dvoustupňový proces, přičemž první stupeň je termofilní (55 °C) s dobou zdržení 2,5-4 dny a druhý stupeň je mezofilní (40 °C) s dobou zdržení nad 17 dní. V prvním – termofilním stupni probíhá hydrolýza a acidogeneze. V druhém – mezofilním stupni probíhá acetogeneze a metanogeneze. Udává se, že TPAD systém má vyšší stabilitu než termofilní proces a vyšší účinnost rozkladu nerozpuštěných organických látek než mezofilní proces.

Podmínky pro hydrolýzu a acidogenezi	
Hydrolýza probíhá v obou stupních současně, více však v prvním stupni, který je více zatížen. Preferování hydrolýzy v VN I° je možné dosáhnout změnění poměru objemů prvního a druhého stupně vyhnívacích nádrží ve prospěch zvětšení objemu VN II°. Zpracování produktů hydrolýzy acidogeneze a metanogeneze probíhá v obou stupních současně, proto zde nehrozí inhibice produkty hydrolýzy a acidogeneze.	V termofilním stupni probíhá především hydrolýza a acidogeneze. V krajním případě může dojít k inhibici vlastními produkty hydrolýzy a acidogeneze. Dle dostupných údajů se však ve většině případů v prvním stupni z části projevila i metanogeneze, která udržela produkty hydrolýzy pod hranicí inhibice, resp. toxicity.
Podmínky pro metanogenezi	
Hydrolýza zásobuje metanogenesi svými produkty jak v prvním, tak i v druhém stupni. V důsledku vyššího látkového zatížení probíhá hydrolýza a metanogeneze v prvním stupni rychleji než v druhém stupni. To se projevuje vyšší produkcí bioplynu v prvním stupni VN v porovnání s vyhnívací nádrží druhého stupně. Tento proces lze posílit změněním poměru objemu vyhnívacích nádrží prvního a druhého stupně ve prospěch objemu druhého stupně VN.	Metanogeneze v druhém mesofilním stupni je zásobována produkty hydrolýzy především přívodem těchto produktů v přítoku kalu z VN I°. Hydrolýza probíhající v druhém stupni již není tak intenzivní v důsledku nižší rychlosti při mesofilní teplotě.
Bilance rozkladu organických látek	
Termofilní proces v důsledku delší doby hydrolýzy v termofilních podmínkách dosahuje vyššího stupně rozkladu v porovnání s mesofilním procesem.	Hydrolýza za termofilních podmínek má u TPAD procesu dobu trvání okolo 20% doby z celkové doby digesce. Zbylou dobu probíhá hydrolýza za mezofilních podmínek, tj. za nižší rychlosti v porovnání s termofilním procesem. V důsledku nižší hydrolýzy se u TPAD procesu dosáhne nižšího stupně rozkladu organických látek v porovnání s termofilním procesem.
Znečištění fugátu z odvodnění kalů	
Z důvodu hlubšího rozkladu organických látek v termofilním procesu bude znečištění fugátu vyšší než u mezofilního procesu. Vyšší znečištění lze	Z důvodu menšího rozkladu organických látek v TPAD (a mesofilním procesu) bude znečištění fugátu nižší, než u termofilního procesu

předpokládat jak u CHSK, tak i celkového a amoniakálního dusíku.	
Potřeba tepla na ohřev	
<p>Potřebné množství tepla na ohřev kalu bez ztrát v systému je stejné u obou procesů.</p> <p>Ztráty tepla jsou v důsledku termofilní teploty mírně větší, ale v důsledku dobrých tepelných izolací nádrží a potrubí bude rozdíl oproti TPAD procesu minimální.</p> <p>Rekuperace tepla se provádí z vyhnílého kalu na odtoku z VN II°. Je zde k dispozici potřebný teplotní spád. Ohřev VN II° není nezbytný.</p>	<p>Potřebné množství tepla na ohřev kalu bez ztrát v systému je stejné u obou procesů.</p> <p>Ztráty tepla jsou v důsledku mezofilní teploty v druhém stupni VN mírně nižší, ale v důsledku dobrých tepelných izolací nádrží a potrubí bude rozdíl oproti termofilnímu procesu minimální.</p> <p>Rekuperace tepla je reálná pouze mezi termofilním a mezofilním stupněm. Potřebné ochlazení termofilního kalu je přesně definováno potřebnou teplotou v mezofilním stupni. Pro zajištění stálé teploty musí být k dispozici i ohřev VN II°.</p>
Možnosti rekuperace tepla	
<p>Rekuperace tepla je jednoduchá. Teplo z vyhnílého kalu se předává surovému kalu a množství předaného tepla závisí na ploše výměníku.</p>	<p>Rekuperace tepla je reálná pouze při ochlazování kalu mezi termofilním a mezofilním stupněm.</p> <p>Rekuperace tepla z vyhnílého kalu do surového kalu, který byl přehřátý odebráním tepla z mezofilního kalu je v důsledku malého rozdílu teplot ekonomicky nereálná – vyžaduje neúměrnou plochu výměníků.</p>
Tepelné ztráty	
<p>V důsledku většího objemu nádrží s termofilní teplotou má termofilní proces vyšší ztráty tepla do okolí než nádrže s mezofilní teplotou. Moderní izolační materiály tuto nevýhodu z větší části eliminují.</p>	<p>V důsledku menšího objemu nádrží s termofilní teplotou má TPAD proces nižší ztráty tepla do okolí než nádrže s termofilní teplotou. Moderní izolační materiály tuto výhodu z větší části eliminují.</p>
Odvoditelnost kalu	
<p>Zkušenosti z různých ČOV ukazují, že odvodněný termofilní kal dosahuje menší sušiny v porovnání s odvodněným mezofilním kalem</p>	<p>Zkušenosti z různých ČOV ukazují, že odvodněný mezofilní kal dosahuje vyšší sušiny v porovnání s odvodněným termofilním kalem</p>

Složení vyhnílého kalu	
V důsledku vyššího stupně odbourání organických látek bude mít vyhnílý kal nižší obsah organických látek v porovnání s TPAD procesem.	V důsledku kratší doby hydrolýzy v termofilních podmínkách bude dosaženo nižšího stupně odbourání organických látek z kalu v porovnání s TAD procesem.
Kvalita fugátu	
V důsledku vyššího stupně rozkladu organických látek bude fugát z odvodňování vyhnílého kalu obsahovat větší koncentrace těžce rozložitelné formy CHSK a dusíku, který bude především v amoniakální formě v porovnání s fugátem z odvodňování kalu při TPAD procesu.	V důsledku nižšího stupně rozkladu organických látek bude fugát z odvodňování vyhnílého kalu obsahovat nižší koncentrace CHSK a dusíku, který bude především v amoniakální formě, v porovnání s fugátem z odvodňování kalu při TAD procesu
Stabilita provozu	
Dvoustupňový termofilní proces je provozně dlouhodobě ověřený a vykazuje stabilní provoz.	V Evropě není ověřeno v praxi. Vzhledem k navrhovanému látkovému zatížení se neočekává výrazněji nestabilní provoz. Pouze provoz prvního, termofilního stupně může být problematický, ale určité výkyvy v stabilitě provozu prvního stupně by měl druhý stupeň bez větších problémů zvládnout.
Ověření procesu	
Dlouhodobě ověřený proces jak v Evropě, tak i v ČR.	V Evropě neověřený provoz.
Závěr a doporučení	
<p>Termofilní proces</p> <ul style="list-style-type: none"> Potřebný kalový objem (bez plynového prostoru) je 74 000 m³. Předpokládá se realizace 12 vyhnívacích nádrží. 	<p>TPAD proces</p> <ul style="list-style-type: none"> Potřebný kalový objem (bez plynového prostoru) je 74 000 m³. Předpokládá se realizace 12 vyhnívacích nádrží.

<ul style="list-style-type: none"> • Doporučuje se použít dvoustupňový proces. • Trubní propojení vyhnívacích nádrží by mělo umožnit menší první stupeň s větším druhým stupněm VN. • Základní sestava nádrží je 6 VN I° a 6 VN II°. • Alternativně lze použít 4 vyhnívací nádrže VN I° a 8 vyhnívacích nádrží VN II. • Jelikož hydrolýza bude při termofilní teplotě probíhat v celém objemu vyhnívacích nádrží, lze očekávat vyšší stupeň rozkladu organických látek oproti TPAD procesu • V důsledku vyššího stupně rozkladu organických látek bude dosažena vyšší produkce bioplynu oproti TPAD systému. • V důsledku vyššího stupně rozkladu organických látek bude ve vyhníle kalu nižší podíl organických látek, než u TPAD procesu. • Ze zkušenosti lze očekávat mírně horší odvodnitelnost termofilního kalu, oproti mezofilnímu kalu. • Termofilní proces snese vyšší látkové zatížení a kratší dobu digesce v porovnání s TPAD procesem. • V důsledku vyšší produkce bioplynu a účinnější rekuperaci tepla lze očekávat lepší tepelnou bilanci termofilního procesu oproti TPAD procesu. Mírně vyšší tepelné ztráty vyhnívacích nádrží celkový výsledek tepelné bilance významně neovlivní. • Termofilní proces je z hlediska ohřevu jednoduchý, zahrnuje rekuperaci tepla 	<ul style="list-style-type: none"> • TPAD je vždy dvoustupňový proces. • Základní sestava jsou 2 VN I° a 10 nádrží VN II°. • Jelikož hydrolýza bude při termofilní teplotě probíhat pouze ve 2 nádržích a zbylý objem nádrží bude v mezofilní teplotě, lze očekávat nižší stupeň rozkladu organických látek oproti termofilnímu procesu. • V důsledku nižšího stupně rozkladu organických látek bude dosažena nižší produkce bioplynu oproti termofilnímu procesu. • V důsledku nižšího stupně rozkladu organických látek bude ve vyhníle kalu vyšší podíl organických látek, než u kalu po termofilním procesu. • Ze zkušenosti lze očekávat mírně lepší odvodnitelnost vyhnílého mezofilního kalu oproti kalu po termofilním procesu. • TPAD proces snese nižší látkové zatížení a vyžaduje delší dobu digesce v porovnání s termofilním procesem. • V důsledku nižší produkce bioplynu a méně účinné rekuperaci tepla lze očekávat horší tepelnou bilanci TPAD procesu oproti termofilnímu procesu. Mírně nižší tepelné ztráty na mezofilním stupni celkový výsledek významně neovlivní. • TPAD proces je z hlediska ohřevu složitější, zahrnuje rekuperaci tepla z kalu mezi termofilním a mesofilním stupněm
--	--

<p>z vyhnílého kalu a ohřev vyhnívací nádrže I°.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Celkově se jedná o ověřený proces, kde lze bez potíží pokračovat projekční fází. 	<p>vyhnívacích nádrží a ohřev obou stupňů vyhnívací nádrže s požadavkem udržovat konstantní teplotu v obou stupních VN.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Na takto velké ČOV nelze doporučit realizaci TPAD procesu bez ověření na ČOV o menší velikosti, resp. realizaci ověřovacího modelového provozu tohoto systému stabilizace kalů.
---	---

Tabulka 30 – Přehledová tabulka porovnání procesů TAD a TPAD

D.2.2 Porovnání potřeby tepla na ohřev kalu s a bez rekuperace

Zpětné využití tepla vyhnílého kalu, tj. rekuperace tepla, je významným faktorem pro úsporu tepelné energie potřebné pro ohřev kalu na provozní teplotu anaerobní stabilizace. Byla porovnána varianta rekuperace tepla pro teplotní fázování anaerobního procesu (TPAD proces) a termofilní aerobní stabilizaci. Při termofilní anaerobní stabilizaci byl použit rekuperační výměník na předeřev surového kalu vyhnílym kalem o teplotě 55 °C. TPAD proces může být teoreticky vybaven 2 rekuperačními výměníky, a to mezi prvním a druhým stupněm vyhnívacích nádrží, přičemž výměník mezi prvním a druhým stupněm vyhnívacích nádrží musí vždy zajistit ochlazení kalu z prvního, termofilního stupně na mesofilní teplotu kalu v druhém stupni vyhnívacích nádrží. Jak vyplývá z obrázků 15 – 18, může být u TPAD procesu jako první řazen rekuperační výměník surový kal / vyhníly kal a následně výměník vyhníly kal z I° vyhnívacích nádrží / předeřátý surový kal (alternativa A). Reálné je i opačné uspořádání pořadí rekuperačních výměníků (alternativa B). Výměníky tepla musí pracovat s určitým teplotním spádem. Potřebnou velikost výměníku tepla ovlivňuje teplotní spád (tj. rozdíl teplot) mezi ohříváním a ochlazovaným kalem.

		TAD- zima	TAD- léto	TPAD_B léto	TPAD- B zima	TPAD- A zima	TPAD- A léto	TAD- zima	TAD- léto
		bez rekuperace		s rekuperací					
maximální objem surového kalu	m ³ /d	3 670	3 670	3 670	3 670	3 670	3 670	3 670	3 670
provozní teplota VN	°C	55	55	55	55	55	55	55	55
teplota surového kalu	°C	12	20	20	12	12	20	12	20
rozdíl teplot k ohřevu kalu	°C	43	35	35	43	43	35	43	35
potřeba tepla na ohřev 1 m ³ o 1 °C	kWh	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163
Potřeba tepla při daném rozdílu teplot	kWh/d	183 533	149 387	149 387	183 533	183 533	149 387	183 533	149 387
Ztráty pláštěm VN a potrubím ve strojovně	%	0	0	0	0	0	0	0	0
ztráty ve výměníku voda / kal	%	0	0	0	0	0	0	0	0
ztráty celkem	%	10	10	8	8	8	8	10	10
ztráty celkem	kWh/d	18 353	14 939	11 951	14 683	14 683	11 951	18 353	14 939
Potřeba tepla včetně ztrát bez rekuperace	kWh/d	201 886	164 326	161 338	198 216	198 216	161 338	201 886	164 326
Teplota surového kalu po rekuperaci	°C	12	20	37,1	33,0	34,0	37,5	36,4	40,1
rozdíl teplot k ohřevu kalu		43	35	17,9	22,0	21,0	17,5	18,6	14,9
Potřeba tepla včetně ztrát s rekuperací	kWh/d	201 886	164 326	88 352	108 583	104 315	86 645	97 742	78 535
úspora tepelné energie	kWh/d	0	0	72 986	89 632	93 901	74 694	104 144	85 791
	%	0	0	45,2%	45,2%	47,4%	46,3%	51,6%	52,2%

Tabulka 31 – Porovnání potřeby tepla na ohřev kalu s bez rekuperace tepla

U TPAD procesu je nezbytnou podmínkou ochlazení kalu mezi I° a II° vyhnívacích nádrží, a to z termofilní na mezofilní teplotu. Proto musí být návrh rekuperace tepla této podmínce podřízen. Zapojení rekuperačního výměníku surový kal / vyhnílý kal za II° VN jako prvního – předřazeného výměníku před výměníkem vyhnílý kal z I° VN / předehřátý surový kal (alternativa A), nezajišťuje dostatečné ochlazení kalu mezi prvním a druhým stupněm vyhnívacích nádrží. Opačné řazení rekuperačních výměníků, kdy je jako první zařazen výměník surový kal / kal z I° VN (alternativa B) sice zajišťuje požadované ochlazení kalu z termofilní na mesofilní teplotu mezi I° a II° VN, ale již není dosažen dostatečný teplotní spád mezi předehřátým surovým kalem a vyhnílym kalem z a II° VN, který je potřebný k využití tepla z vyhnílého kalu. Surový kal za rekuperačním výměníkem je ohřátý na tak vysokou teplotu, která zaručuje efektivní využití tepla z vyhnílého kalu. Teplota předehřátého kalu za prvním výměníkem závisí především na teplotě surového kalu. Z hlediska rekuperace tepla jsou proto kritické letní teploty kalu.

		TAD- zima	TAD- léto	TPAD_B léto	TPAD- B zima	TPAD- A zima	TPAD- A léto	TAD- zima	TAD- léto
		bez rekuperace		s rekuperací					
ohřev surového kalu rekuperací o	°C	0,0	0,0	17,1	21,0	22,0	17,5	24,4	20,1
rozdíl teplot vstup/výstup na výměníku	°C	18,6	14,9	17,9	22,0	21,0	17,5	14,9	18,6

Tabulka 32 – Porovnání ohřevu kalu rekuperací pro různé modifikace procesu

Vyloučením výměníků za mesofilním stupněm u TPAD procesu se alternativy A a B v podstatě již neliší. Různé teploty za výměníky se získají v důsledku použití různých výměníků, jejichž velikost bude nutné optimalizovat a vzájemně sladit, aby byla velikost rekuperace tepla (plocha výměníků) byla optimální.

Pro potřeby výpočtu byly použity rekuperační výměníky od firmy Westcome. Tato firma dodává výměníky typu kal / kal pro vysoce viskózní kapaliny, jako jsou kaly z čistíren splaškových vod. Tento typ výměníků je kompaktní a flexibilní z pohledu délky, šířky a výšky, takže je dobře přizpůsobitelný z hlediska umístění v prostoru. Pro vlastní realizaci lze použít jakékoliv výměníky s vyhovujícím technickým řešením.

D.3 VÝSTUPY Z ANALÝZY PROCESNÍCH TECHNOLOGIÍ A DOPORUČENÍ PRO TECHNOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ KH

Z výše uvedeného srovnání je pro návrh technologického řešení KH uvažován primárně **dvoustupňový termofilní proces anaerobního vyhnívání kalů (TAD)**, který se v provozu ÚČOV dlouhodobě osvědčil.

Nicméně návrh technologického řešení KH bude řešen tak, aby do budoucna zcela nevyloučil ani případnou volbu teplotně fázovaného procesu (TPAD), kde první stupeň VN bude termofilní s krátkou dobou zdržení a druhý stupeň VN mezofilní (MAD).

E. KONCEPCE MODERNIZACE A PŘESTAVBY KEH

Z předešlých částí Studie byla získána data o výhledovém množství kalů, produkci bioplynu i velikosti vyhnívacích nádrží. Byla doporučena základní procesní technologie stabilizace kalů, na kterou je návrh koncipován. Tyto základní údaje jsou společně s dalšími podmínkami (stavebně technický stav objektů, situační uspořádání, provozní podmínky a spol.) použity pro návrh základní koncepce cílového stavu kalového hospodářství (podkapitola E.1).

Energetické zdroje z kalového hospodářství (tj. produkce bioplynu, výroba elektrické energie, využití tepla z vyhnívání kalů, resp. úprava bioplynu na biometan a jeho následné využití) společně s dalšími možnými zdroji energie (nizkopotenciální teplo z vyčištěných odpadních vod, fotovoltaika, malé vodní elektrárny) jsou řešeny v podkapitole E.2.

E.1 NÁVRH CÍLOVÉHO STAVU KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

V této kapitole je definováno základní řešení modernizace KH, tj. technologické uspořádání, velikosti a počet objektů k výstavbě a rekonstrukci. V průběhu práce na Studii byly se zadavatelem a provozovatelem ÚČOV konzultovány různé varianty postupu výstavby a situačního uspořádání jednotlivých objektů. Stručné shrnutí tohoto procesu je uvedeno v kapitole E.1.1. a to včetně odůvodnění vybrané varianty a jejích základních charakteristik. Zásady vybraného řešení a základní technologická koncepce KH je uvedena v kapitole E.1.2.

E.1.1 Variantní řešení modernizace KH

V rámci přípravy koncepce nového kalového hospodářství bylo prověřeno několik variant, které zohledňovaly provozní, prostorové a časové možnosti výstavby nového KH. Byla posouzena možnost přerušení provozu KH i varianta modernizace KH za provozu, dále bylo posouzeno využití všech volných ploch v areálu ÚČOV a dopad všech variant na rychlost výstavby.

Všechny varianty pracují s rekonstrukcí stávajících objektů kalového a energetického hospodářství specifikovaných výčty dle kapitol B.1 a B.2, a z objektů ostatních předpokládají v rámci modernizace řešit (použito označení dle Provozního řádu ÚČOV):

- F1** Systém řízení technologických procesů (SŘTP), v části dotčené rekonstrukcí KEH
- F2** Kamerový systém na sledování technologických procesů, v části dotčené rekonstrukcí KEH
- F3** Měření veličin, v části dotčené rekonstrukcí KEH
- G1** Místní rozvody pitné vody, v části dotčené rekonstrukcí KEH
- G2** Místní rozvody užitkové vody, v části dotčené rekonstrukcí KEH
- G3** Místní kanalizace, v části dotčené rekonstrukcí KEH
- G6** Sklady, náhradní výstavba objektů skladů v novém místě

- G7** Další objekty, zahrnuje opatření na objektech: dílen parc. č. 1953/2, 1961/13 a 1953/6, deratizace parc. č. 1961/12 a mistrovny parc. č. 1954.

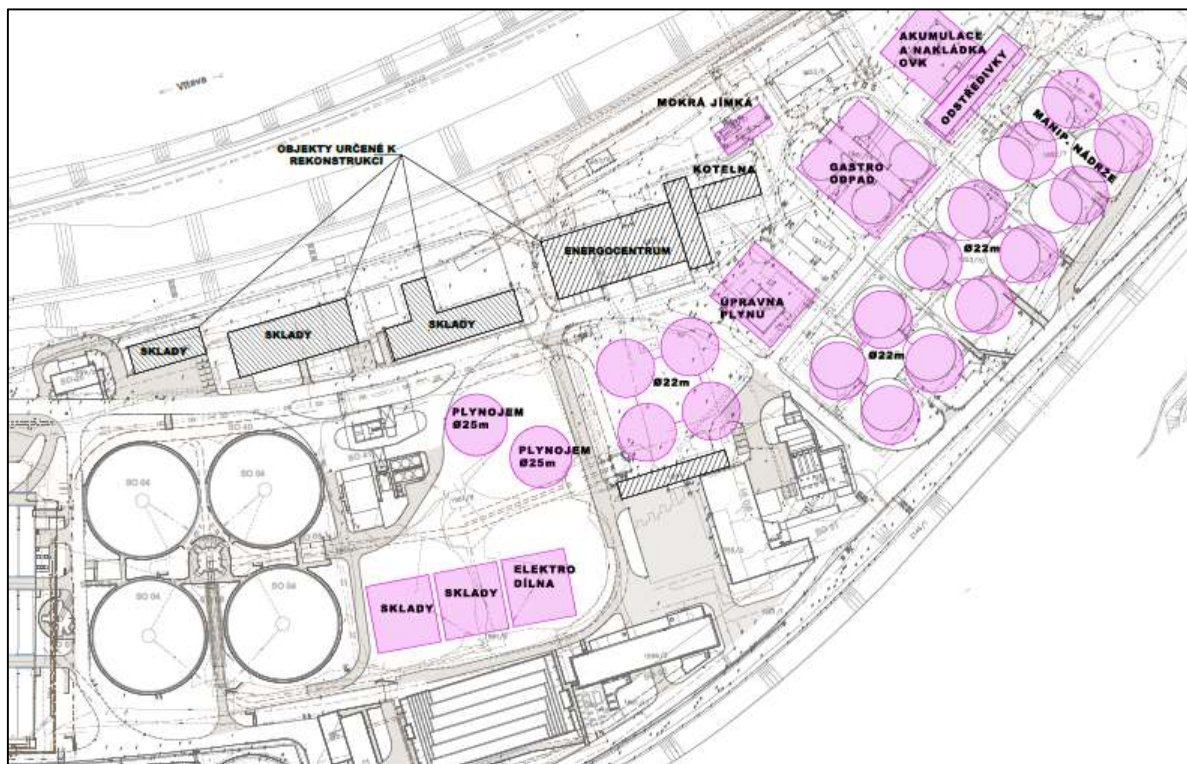
Mimo rekonstrukce SVL a KH pak zůstanou následující objekty ÚČOV, u kterých se předpokládá jejich zachování ve stávajícím stavu nebo řešení v rámci jiné, samostatné investiční akce (použito označení dle Provozního řádu ÚČOV):

- B13** Kalovod ÚČOV – KH Drasty
- B14** Katodová ochrana kalovodu
- B15** Kalové hospodářství Drasty
- B16** Přístav kalových lodí
- G5** Administrativní budova a laboratoře

V počáteční fázi Studie bylo zvažována varianta rozdělení kalového hospodářství do dvou oddělených částí v areálu ÚČOV. Bylo zvažováno využití prostoru stávajících dosazovacích nádrží, na jejichž místě vznikne rekonstrukcí SVL volný prostor. Toto rozdělení by však znamenalo významné komplikace pro provozování KH, a proto byla po krátkém zhodnocení tato varianta zamítnuta. Detailněji byly posuzovány dvě níže popsané varianty. Jako varianta pro další rozpracování byla vybrána varianta č. 2. Zdůvodnění výběru této varianty je podrobněji uvedeno v kapitole E.1.1.

Varianta 1

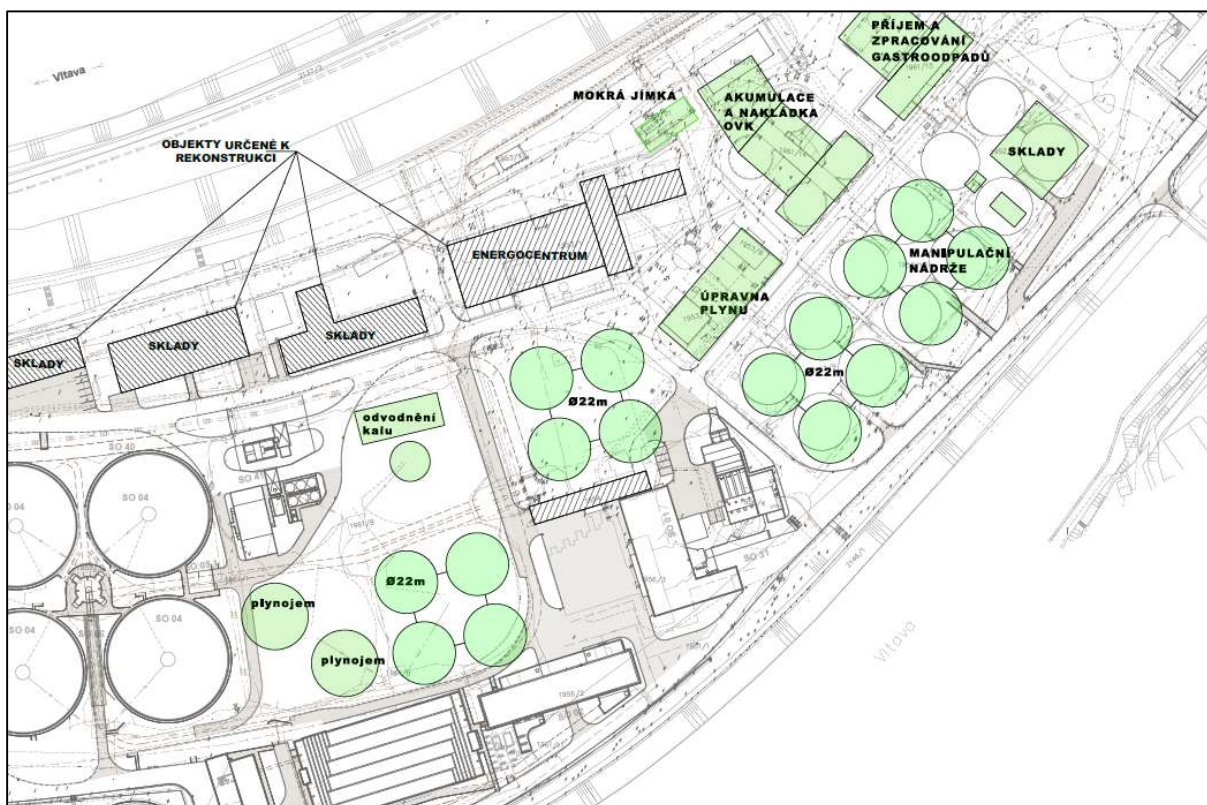
Tato varianta počítá s kompletním přerušením provozu kalové koncovky. Z toho vyplývá návrh demolice všech stávajících objektů a výstavba nových v prostoru stávajícího KH. Realizace KEH podle tohoto návrhu je časově nejkratší, protože umožňuje nejdříve demolici a posléze výstavbu všech objektů v těsné časové návaznosti na sebe. Varianta rovněž pracuje s využitím prostoru po demolici stávajících usazovacích nádrží vyřazených z činnosti v rámci rekonstrukce a modernizace SVL. Tento prostor by byl využit pro výstavbu plynojemů a skladovacích prostor. Tato varianta je znázorněna v na následujícím obrázku (Obrázek 19) a podrobněji v [příloze č. 3.3 – Variantní řešení uspořádání KH – varianta č.1](#).



Obrázek 19 - Variantní řešení modernizace KEH – zavržená varianta č. 1

Varianta 2

Tato varianta počítá se zachováním provozu kalové koncovky při její rekonstrukci. po celou dobu modernizace a rekonstrukce KEH. Výstavba by začala v prostoru rušených usazovacích nádrží vyřazených z činnosti v rámci rekonstrukce a modernizace SVL a v prostoru skladů před energocentrem. V první fázi by se vystavěly a zprovoznily dvě čtveřice vyhnívacích nádrží, které by díky svému objemu převzaly plnou funkci stávající 12 VN. Ve stejné fázi by byla realizována výstavba plynojemů a hořáků zbytkového plynu. Následovaly by fázované demolice stávajících objektů nahrazených novými a na ně navazující fázovaná výstavba dalších nových objektů v uvolněném prostoru – dobudování zbylých VN, manipulačních nádrží, objektů plynového hospodářství, zpracování a nakládání OVK a příjmu a zpracování gastroodpadu. Původní řešení návrhu je zpracováno na následujícím obrázku (Obrázek 20), podrobněji pak v [příloze č. 3.4 – Variantní řešení uspořádání KH – varianta č.2.](#)



Obrázek 20 - Variantní řešení modernizace KEH – původní návrh vybrané varianty č. 2

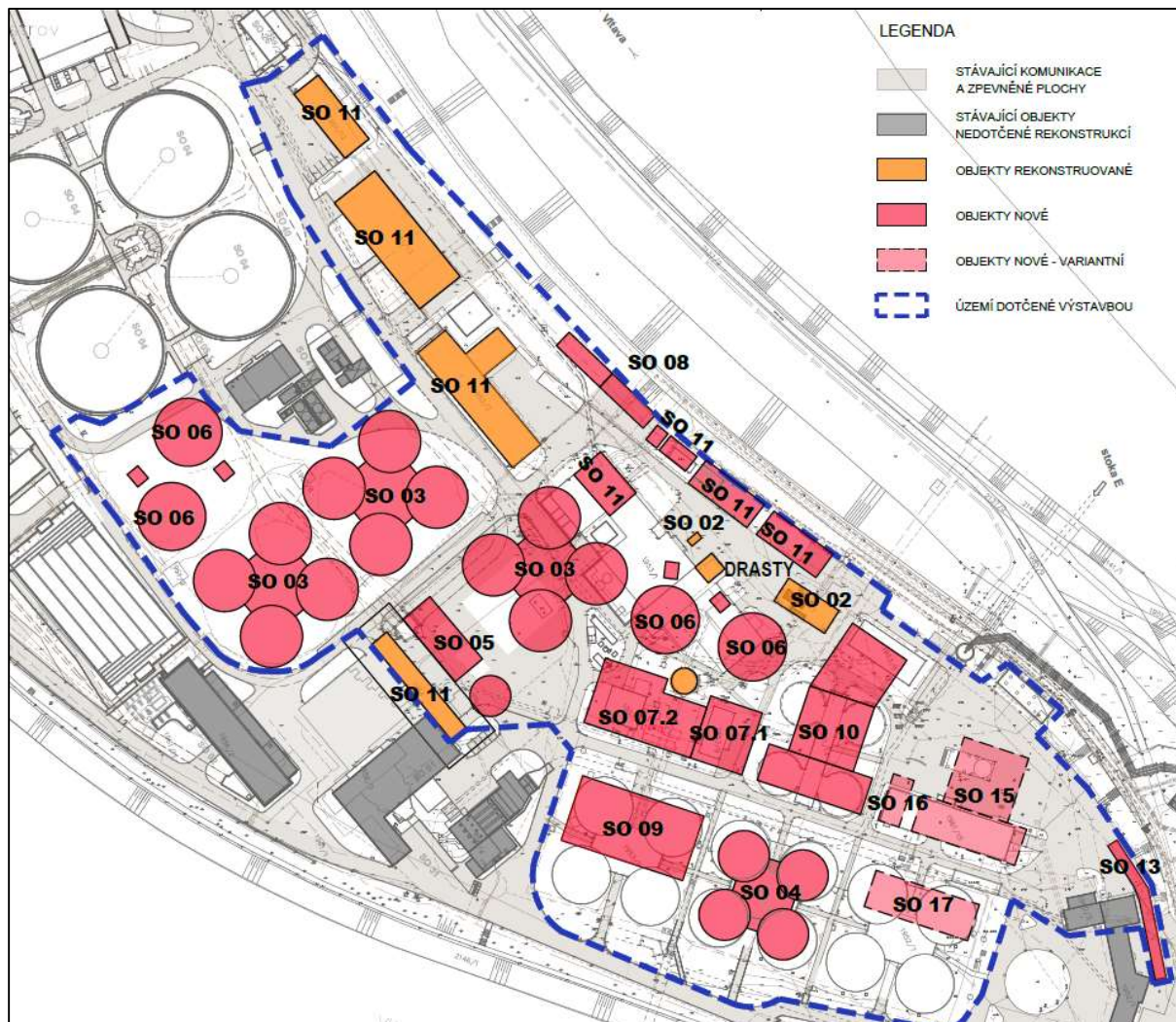
E.1.1.1 Vyhodnocení variantního řešení

Varianta č.1 zvažuje možnost přerušení provozu kalového hospodářství. To je výhodné z hlediska rychlosti realizace celého nového KH, ale prakticky nepřijatelné z hlediska zpracování kalů, které by bylo nutné odvážet mimo areál ÚČOV v surovém, nestabilizovaném stavu. Mimo to by přerušení provozu KH s sebou přineslo značné finanční ztráty spojené se odstavením produkce bioplynu, ze kterého je vyráběna elektrická energie, teplo a biometan. Z uvedených důvodů byla **varianta č.1 vyloučena**.

Pro další rozpracování byla tedy vybrána varianta č.2. Vzhledem k tomu, že kalová koncovka bude zpracovávat kaly z obou vodních linek, je velkou výhodou této varianty kompaktní uspořádání na stávajícím prostoru uprostřed širšího areálu, mezi SVL a NVL. Je tím maximálně využito prostor stávajícího KH a prostor uvolněný zrušením tří usazovacích nádrží v rámci rekonstrukce SVL.

Původní návrh varianty č. 2 procházel v průběhu zpracování Studie dalším vývojem. Byla provedena multikriteriální analýza řešení stávajícího objektu energocentra ÚČOV. Analýza je uvedena v příloze [příloze č. 7 – Analýza řešení energocentra ÚČOV](#). Na jejím základě byla doporučeno vybudování nové budovy energocentra v místě stávajících vyhnívacích nádrží (VNC). Umístění budov v závislosti na návrhu nové budovy energocentra a také v závislosti na navržené etapizaci výstavby bylo oproti původnímu návrhu pozměněno. Finální řešení, které je označováno jako tzv. „cílový stav“, je znázorněno na následujícím obrázku (Obrázek 21).

Navržené řešení neuvažuje s využitím území v prostoru v severozápadní části areálu SVL (u dosazovacích nádrží), které se ponechává volné pro případnou další investiční výstavbu se zaměřením na intenzifikaci biologické části SVL či opatření na odtoku z SVL (např. doplnění terciárního dočištění), nebo i jiné akce.



Obrázek 21 – Situační uspořádání vybrané cílové varianty řešení KH

E.1.2 Základní koncepce cílového návrhu modernizace KH

Kalové hospodářství bude i nadále sloužit pro obě vodní linky NVL i SVL. V rámci Studie je navržena modernizace všech objektů KH, a to buď formou demolice a následné výstavby nového objektu nebo rekonstrukce.

Návrh vychází z nezbytnosti provést rekonstrukci a modernizaci KH za provozu, který zajistí plné zpracování kalů z obou vodních linek v celém průběhu výstavby. Zároveň návrh nevyžaduje změny na NVL a SVL a nebude vyžadovat významné zásahy do objektů ani sítí, které budou zbudovány v rámci

investiční akce „Stavba č. 6963 „Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově (ÚČOV) – etapa 0002 stávající vodní linka (SVL)“.

Návrh procesní technologie vychází z doporučené varianty technologického uspořádání KH tak, jak vyplynula z podrobné analýzy uvedené v kapitole *D. Analýza a návrh procesní technologie kalového hospodářství*.

V rámci Studie jsou zvažovány **variantní objekty** (s příslušným technologickým vybavením), jejichž realizace bude posuzována v rámci další investorské přípravy. Jsou jimi:

- objekt příjmu a zpracování gastroodpadů – za předpokladu jejich reálného svozu a využití,
- objekt na úpravu fugátů,
- objekt post-THP.

Podrobné znázornění návrhu technologického a situačního uspořádání vybraného tzv. „cílového“ stavu KH je v následujících přílohách:

[Příloha č. 2.3.1 - Technologické schéma pro kalové hospodářství](#)

[Příloha č. 2.3.2 - Technologické schéma pro plynové hospodářství](#)

[Příloha č. 3.2 - Situace cílového stavu – Kalové a energetické hospodářství](#)

E.1.2.1 Produkce a příprava kalů

Směs zahuštěných surových kalů (SSK), která bude vstupovat do modernizovaného kalového hospodářství ÚČOV, vzniká stejně jako ve stávajícím stavu smícháním kalových proudů z SVL a NVL.

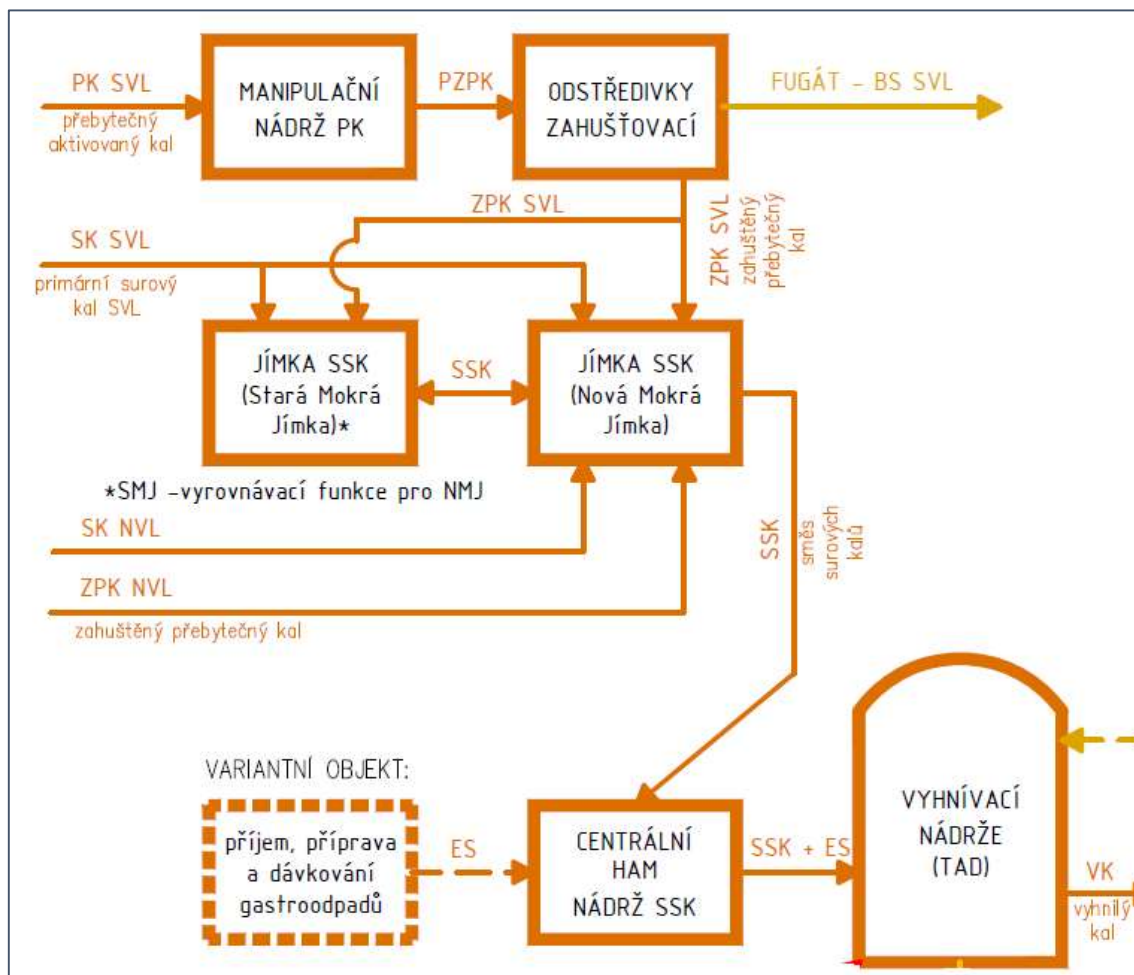
V rámci modernizace KH dojde k vhodnému oddělení objektů a technologie na gravitační předzahuštění a strojní zahušťování přebytečného aktivovaného kalu z SVL od objektu na odvodňování vyhníklých kalů. Nově je navržena výstavba **manipulační nádrže přebytečného kalu (MN PK)** o velikosti 1200 m³, a souvisejícího **objektu strojního zahušťování přebytečného kalu**.

Zahuštěný přebytečný kal z SVL společně s kalovými proudy z NVL a primárním surovým kalem z SVL bude smíchán ve stávající „**nové mokré jímce surového kalu (NMJ SSK)**“. Návrh počítá se zachováním provozu NMJ SSK a s ní související „staré mokré jímky“ po celou dobu rekonstrukce KH a její využití v cílovém stavu. Pro NMJ SSK je plánována pouze obnova dožilých stavebních částí a výměna strojního vybavení.

V rámci nové čtveřice manipulačních nádrží je navržena tzv. „**centrální akumulační a homogenizační nádrž směsného surového kalu**“ (**HAM nádrž SSK**). Nádrž bude technologicky stát v trase mezi stávající NMJ SSK a novými VN k vyrovnávání nerovnoměrností mezi produkcí kalů vodními linkami a zatížením VN. V nádrži dojde důkladné homogenizaci kalové směsi.

Jako nový variantní objekt je navržena **hala pro příjem a zpracování gastro odpadů**, jako jsou potraviny s prošlou dobou trvanlivosti, odpadní tuky a oleje apod. Zde třeba zajistit technologii homogenizace a

krátkodobého skladování substrátů. Jedná se o linku pro oddělení obsahu a obalu, macerační zařízení a dále míchanou zásobní nádrž. Objekt, ve kterém budou umístěna potřebná zařízení, bude vybaven výkonnou dezodorizací. Dávkování výstupního kosubstrátu z tohoto objektu bude řízeně probíhat právě do nové HAM nádrže SSK, kde mícháním obsahu dojde k dokonalému zpracování kosubstrátu do kalové směsi, ještě před jejím dávkováním do VN.



Obrázek 22 – Blokové schéma produkce a přípravy kalů

E.1.2.2 Stabilizace kalů

Z centrální HAM nádrže SSK je homogenizovaný směsný surový kal čerpán do vyhnívacích nádrží kalového hospodářství ÚČOV. Koncepce počítá s celkovým počtem 12 ks vyhnívacích nádrží (VN) – agregovaných do tří čtveřic vždy se společnou strojovnou, tedy s provozně ověřeným uspořádáním.

Předpokládaný kalový (užitný) objem jedné VN je 6 200 m³, což při 12 ks VN (celkový užitný objem stavebních objektů je 74 400 m³) respektuje návrhový kalový (užitný) objem VN 74 000 m³ dle výpočtu Scénáře 2 s kosubstrátem (výpočet: Ing. Hartig, CSc. – viz kapitola C.6.2).

Návrh uvažuje primárně dvoustupňový termofilní proces stabilizace kalů (TAD) - viz. kapitola D. Nicméně nevylučuje ani případnou volbu teplotně fázovaného procesu (TPAD), kde první stupeň VN bude termofilní s krátkou dobou zdržení a druhý stupeň VN mezofilní (MAD), přičemž pro takový případ předpokládá vhodné řešení strojoven VN a jejich propojení, aby prakticky jakákoli jedna VN v rámci jedné každé z celkem tří čtveřic VN mohla být volitelně z režimu MAD převedena do režimu TAD. Řešení strojoven umožňující variantní provoz TAD nebo TPAD bude zvažováno a do větší podrobnosti rozpracováno v dalších stupních projektové dokumentace.

Návrh zahrnuje řešení rekuperace tepla z kalu, technologie pro rekuperaci (teplené výměníky kal-kal a související zařízení) budou umístěny přímo ve strojovnách čtveřic VN. Podrobněji zpracováno v kapitole *E.2.2 Nízkopotencionální teplo z vyhnílych kalů*.

E.1.2.3 Manipulační nádrže a odvodnění a nakládka kalů

Po procesu stabilizace se vyhníly kal (VK) z druhého stupně vyhnívacích nádrží krátce akumuluje v **manipulačních nádržích (MN)** a následně se odvodňuje. V této fázi přípravy je uvažováno odvodňování na odstředivkách. V místě stávajících vyhnívacích nádrží je navržena nová čtveřice nádrží se společnou strojovnou. Tři nádrže budou využívány jako manipulační nádrže vyhnílého kalu a čtvrtá (MN4) jako dříve zmiňovaná „centrální HAM nádrž SSK“.

Tyto tři ze čtveřice navržených manipulačních kalových nádrží jsou tedy vyčleněny pro akumulaci a homogenizaci vyhnílych kalů před jejich strojním odvodňováním, což koresponduje s dlouhodobě osvědčeným stávajícím provozním modelem, který je kapacitně dostatečně pružný a odolný proti nerovnoměrnostem v chodu strojního odvodňování, dopravních cest a nakládky kalů a běžným poruchám, které s těchto technologických uzlech vyskytují.

Návrh předpokládá, že všechny čtyři manipulační kalové nádrže přednostně mohou být stavebně-technologicky konstruovány tak, aby provozně byly zaměnitelné. Pro jakou funkci bude ta která MN vyčleněna (zda nádrž bude právě ta jedna pro SSK nebo jednou z trojice pro VK), bude umožněno manipulacemi ve strojovně MN, která pro daný účel bude vhodně řešena.

Návrh velikosti nádrží odpovídá dennímu množství kalu dle výpočtu scénáře zatížení KH č. 2 s kosubstrátem (výpočet: Ing. Hartig, CSc. – viz kapitola C.6). Navržený objem každé nádrže je 3 700 m³.

K odvodnění vyhnílého kalu budou sloužit **odvodňovací zařízení** umístěné v **novém objektu akumulace a nakládky odvodněného stabilizovaného kalu**. Fugát z odvodnění vyhnílého kalu je zaveden do regeneračních nádrží na NVL a SVL.

Situování nového objektu, který v sobě zahrnuje jak strojní odvodňování vyhnílych kalů, tak související zakrytou a dezodorizovanou halu akumulace a nakládky odvodněných vyhnílych kalů, je řešené v zadní části areálu v blízkosti stávající přejezdové váhy, jejíž situování zůstane zachováno.

Odvodněné stabilizované kaly se z ÚČOV Praha odváží v uzavřených kontejnerech a jsou předávány externím subjektům k dalšímu využití.

Pozn.: Navazující zpracování odvodněných stabilizovaných kalů není předmětem této Studie a je řešeno samostatně. Ve všech v úvahu přicházejících způsobech jejich dopravy (po pozemních komunikacích, železniční nebo lodní dopravou) budou odvodněné stabilizované kaly nejprve naloženy ve výše uvedené hale do uzavřených kontejnerů a následná doprava bude probíhat v těchto kontejnerech.

E.1.2.4 Plynové hospodářství

Bioplyn vznikající ve vyhnívacích a manipulačních nádržích bude vyveden a **akumulován v plynojemech**.

Návrh plynojemů:

Pro cílový stav plynového hospodářství je uvažováno s akumulací na 8-12 h provozu. Z hlediska prostorových možností je možné umístit plynojemy o max. kapacitě cca 30 000 m³. Vzhledem k postupnému nárustu produkce plynojemů je navrženo realizovat plynojemy po etapách.

Kapacita navržených plynojemů pro výpočtovou hodnotu (měsíční maximum):

- bez kosubstrátů: akumulace 9,5h (produkce 74 401 m³/den)
- s kosubstráty: akumulace 8 h (produkce 82 101 m³/den)

Pro průběrné hodnoty odpovídající scénáři č. 2:

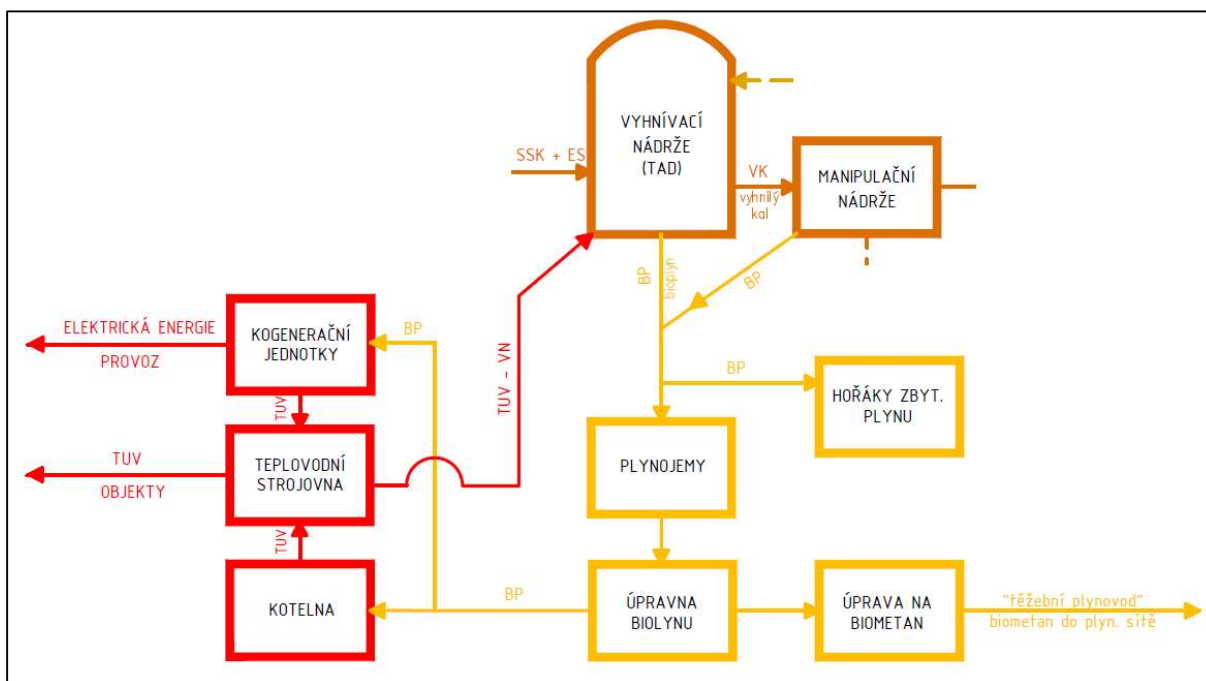
- bez kosubstrátů: akumulace 11,6 h (produkce 62 001 m³/den)
- s kosubstráty: akumulace 10,3 h (produkce 69 701 m³/den)

Tyto hodnoty produkce bioplynu budou ovšem dosaženy pravděpodobně až kolem roku 2050. V rámci Studie je uvažováno s vybudováním čtyř plynojemů o objemu 5000 m³ a ponechání uzemní rezervy pro další dva o celkovém objemu 10 000 m³.

Akumulovaný plyn je před dalším využitím veden do stanice úpravy bioplynu a potom ke spotřebičům. Úprava bioplynu, tj. sušení, odsíření a odstranění sloučenin křemíku je nezbytné zařadit před spalováním bioplynu. Odsíření bioplynu před spalováním v kotlích a v kogeneračních jednotkách je nezbytné z hlediska minimalizace exhalací oxidu siřičitého do atmosféry. Odstranění siloxanů z bioplynu je nutné z hlediska životnosti kogeneračních jednotek.

Hlavními spotřebiči jsou kogenerační jednotky vyrábějící elektrickou energii a teplo. Pokud je jejich provoz omezen, používá se k výrobě tepla kotelná. Tato zařízení jsou umístěna v propojeném komplexu budov tzv. energocentru (dále EGC). Dále je plánována úprava bioplynu na biometan a jeho dodávání do plynovodní sítě. Využívání bioplynu a rozšíření a rekonstrukce EGC je podrobně popsáno v podkapitole E.2.

Na následujícím obrázku (Obrázek 23) je znázorněno schéma vedení a využívání bioplynu.



Obrázek 23 – Blokové schéma rozvodu a zpracování bioplynu

Nově navržený objekt úpravy bioplynu v sobě slučuje jak úpravnu surového bioplynu, tak úpravnu na biometan. Jedná se o připravenou budovu, kam budou postupně doplňovány modulární membránové jednotky. V cílovém řešení bude odvedení odplynů z úpravy bioplynu na biometan řešeno odlišným způsobem od řešení použitým u pilotní jednotky (jímání a plnění separovaného CO₂ do tlakových lahví a jejich odvoz na další zpracování/využití).

Návrh úpravy surového bioplynu:

- kapacita úpravy je navržena na veškerou výhledovou maximální měsíční produkci bioplynu s kosubstráty (tj. 82 101 m³/den),
- stupeň základní úpravy – chlazení, odvodnění, vysušení, úprava tlaku aj.,
- stupeň separace siloxanů,
- stupeň separace H₂S.

Za stupněm separace H₂S budou napojeny: KGJ, kotelna a rovněž a úprava na biometan.

Návrh úpravy biometanu:

- kapacita úpravy biometanu je uvažována dle kapacity těžebního plynovodu (12,0 mil. Nm³ biometanu při provozu 8 000 hodin za rok),
- cílová výroba biometanu pro vtlačení do distribuční sítě a její dílčí technologie jsou navrženy jako část celku nové úpravy bioplynu (pilotní jednotka v kontejnerovém provedení bude zrušena),

- technologická část úpravy bude postupně doplňována přidáváním počtu zařízení membránové separace podle vývoje celkové produkce bioplynu, s přihlédnutím k vývoji na trhu energií.

Přebytečný plyn je likvidován v **hořácích zbytkového plynu** (v případě výpadku jeho spotřeby). Objekt hořáků zbytkového plynu bude nově vybudován vedle stávajícího energocentra ÚČOV. Návrh konkrétního typu a počtu hořáku bude řešen v dalším stupni PD. Požadována je kapacita na veškerou výhledovou produkci bioplynu (tj. 3 420 m³/hod) s rezervou jednoho hořáku.

E.1.2.5 Variantní objekty KH

Objekt příjmu a zpracování gastro odpadů

V rámci Studie byl navržen objekt příjmu a zpracování gastro odpadů. Jeho funkce byla popsána v kapitole E.1.2.1 *Produkce a příprava kalů*. Realizace bude záviset na možnostech jejich reálného svozu a využití. Zpracovatel Studie doporučuje řešit samostatně „svozovou studii“ jako podklad pro další stupeň projektové přípravy.

Objekt na úpravu fugátů

Studie ponechává územní rezervu pro případné umístění objektu úpravy fugátů. V současné době je zpracovávána studie, která má představit možnosti odstranění dusíku z části fugátu na ÚČOV Praha, konkrétně kapalného zbytku po odvodnění vyhnílého kalu z termofilní anaerobie zpracovávající přebytečný a primární čistírenský kal a potenciálně též odpady z potravinářského průmyslu. Dle výsledků dalšího posouzení může být objekt zařazen do dalších stupňů projektové dokumentace.

Případné řešení úpravy fugátů z odvodňování vyhnílého kalu musí respektovat návrhové parametry SVL a NVL. Obě vodní linky jsou navrhovány s dávkováním fugátu do regeneračních nádrží s cílem zvýšení podílu nitrifikačních bakterií v aktivovaném kalu. Samostatné předčištění fugátu připadá v úvahu především při použití THP na zpracování stabilizovaných kalů, kdy může docházet k uvolnění většího množství dusíku z kalu do kapalně fáze.

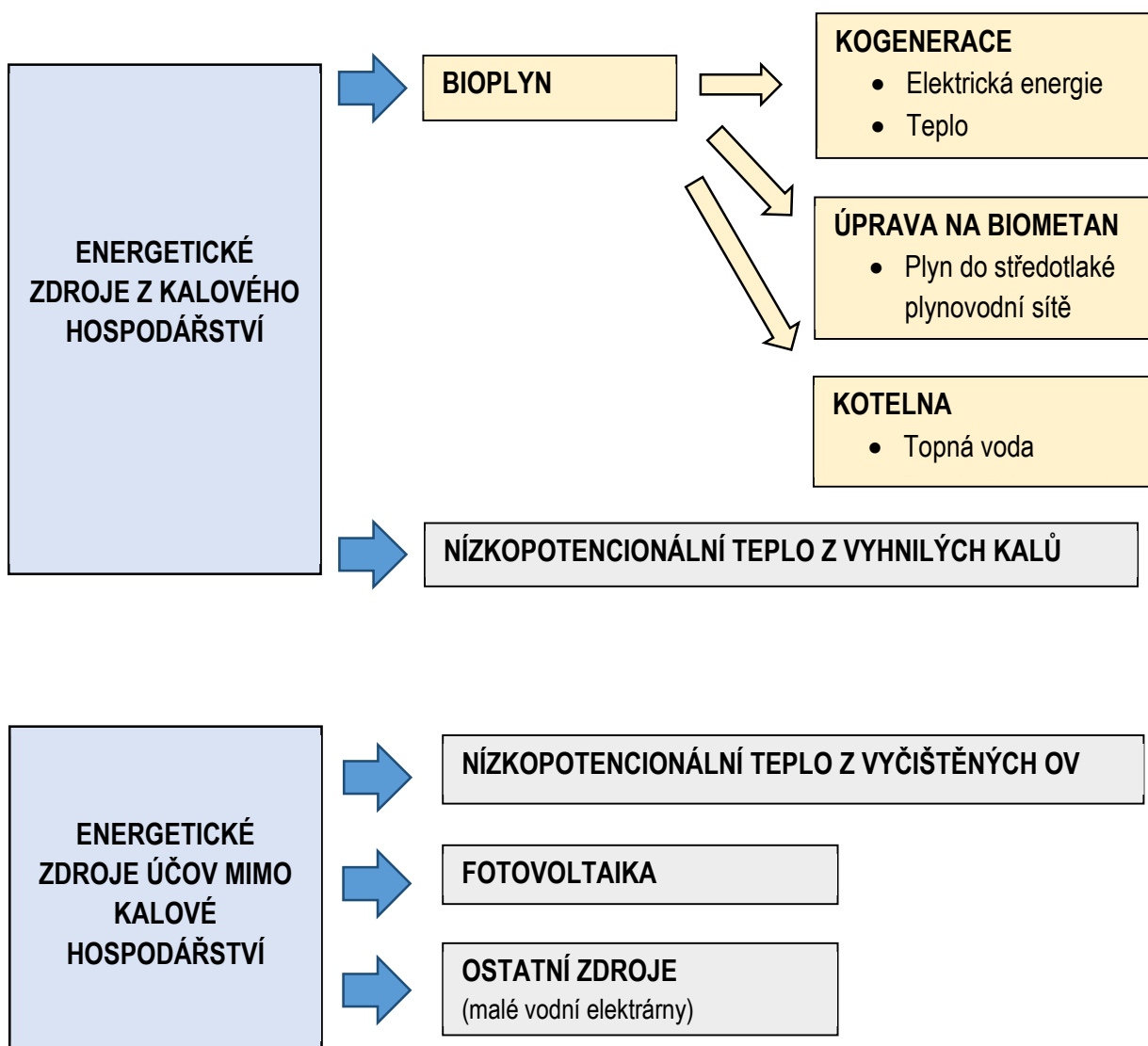
Objekt post-THP

Studie ponechává územní rezervu pro objekt post-THP. Momentálně se zařazením THP do technologické linky se nepočítá. Územní rezerva je ponechána pro případ získání nových poznatků a zařazení objektu do dalších stupňů projektové dokumentace.

E.2 NÁVRH CÍLOVÉHO STAVU ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

V rámci Studie je posuzováno energetické hospodářství ÚČOV jako celku. V této kapitole jsou definovány a vyhodnoceny potenciaální energetické zdroje. Kombinace jejich využívání, popis jednotlivých variant kombinací a doporučení jsou uvedeny v kapitole: *H. Energetická bilance ÚČOV a varianty využití energetického potenciálu*.

V následujícím diagramu je znázorněno základní rozdělení energetických zdrojů (Obrázek 24), které jsou popsány v následujících podkapitolách.



Obrázek 24 – Základní rozdělení energetických zdrojů ÚČOV

E.2.1 Bioplyn

Pro návrh cílového stavu jsou ve Studii proveditelnosti koncepčně uvažovány zatím maximalistické varianty produkce bioplynu pravděpodobně dosažitelné v horizontu let 2040–2050. Cílové řešení realizované v rámci této etapy bude upřesňováno v rámci dalších stupňů projektové přípravy. Řešení objektů a technologického vybavení je tedy navrženo tak, aby umožňovalo zpracovávat veškerou produkci bioplynu jak výlučně na kogeneračních jednotkách, tak naopak upravovat maximální množství bioplynu (které je možné dodat do středotlaké plynovodní sítě budovaným těžebním plynovodem) na biometan. Variantní řešení využívání bioplynu je podrobněji řešeno v kapitole *H. Energetická bilance ÚČOV a varianty využití energetického potenciálu a souvisejících přílohách*.

E.2.1.1 Úprava na biometan

V roce 2023 bude uvedena do provozu pilotní jednotka úpravny na biometan. Původním záměrem byl na ní zpracovávat přebytečný bioplyn, který nelze využít ve stávajícím energocentru. Bioplyn jako produkt kalového hospodářství ČOV má poměrně širší složení, a proto je charakterizován jako plyn s obsahem 50–70 % metanu podle typu technologie. Pilotní jednotka pro úpravu na biometan v kontejnerovém provedení byla navržena pro následující parametry.

Návrhové parametry pilotní jednotky:

Průtok bioplynu:	250 Nm ³ /h
Teplota bioplynu:	31 °C
Tlak bioplynu	56 mbar(g)
Obsah	CH ₄ . 60 %mol.
Obsah	CO ₂ 40 %mol.
Průtok biometanu	153 Nm ³ /h
Průtok odplynu	90 Nm ³ /h
CH ₄ v odplynu	0,8 %mol.
Kondenzát.	6,4 l/hod

V rámci pilotního projektu byl realizován tzv. „těžební plynovod“ pod plavebním kanálem Troja, kterým bude biometan vtlačován do plynovodní středotlaké sítě. Těžební plynovod byl navržen tak, aby umožnil převedení veškeré produkce bioplynu ve stávajícím stavu po transformaci na biometan do plynovodní středotlaké sítě, a to až do množství 1 500 Nm³/h biometanu, tj. 12,0 mil. Nm³ za rok při provozu úpravny bioplynu na biometan 8 000 hodin ročně.

Okrajová podmínka – kapacita těžebního plynovodu:

potrubí:	PE dn 160
předpokládaný tlak:	3 bary
kapacita.	1 500 Nm ³ /h biometanu

Cílový stav:

Roční produkce bioplynu bez kosubstrátů:	22 630 234 m ³ /rok
Roční produkce bioplynu s kosubstráty:	25 440 734 m ³ /rok

V cílovém stavu jsou uvažovány následující výpočtové hodnoty (**měsíční maximum**) produkce bioplynu (viz Tabulka 28 – Bilance produkce bioplynu):

Výpočtová hodnota produkce bioplynu bez kosubstrátů:	74 401 m ³ /den
Výpočtová hodnota produkce bioplynu s kosubstráty:	82 101 m ³ /den

Je-li uvažován obsah metanu v bioplynu stejný jako pro návrh pilotní jednotky, tj. cca 64 %, potom předpokládaná maximální možná produkce biometanu je:

Výpočtová hodnota produkce biometanu bez kosubstrátů:	1 984 m ³ /h
Výpočtová hodnota produkce biometanu s kosubstráty:	2 189 m ³ /h

Těžebním plynovodem tedy může být převedeno 75,6 %% maximální vypočtené očekávané teoretické produkce bioplynu bez kosubstrátů a 68,5 % produkce při využívání kosubstrátů.

V rámci modernizace KH je navržena demontáž pilotní jednotky, která je v kontejnerovém provedení. Nově navržená úprava bioplynu bude sloučena v jedné budově s úpravou surového bioplynu. Kapacita budovy je uvažována na maximum produkce biometanu. Postupné rozšiřování výroby biometanu se bude dít přidáváním počtu zařízení membránové separace, vlastní budova bude navržena na cílový stav.

Dle projektové dokumentace pilotní jednotky jsou odplyny z úpravy bioplynu na biometan zavedeny zpět do plynového systému kalového hospodářství ÚČOV. Při zvýšení kapacity úpravy bioplynu na biometan přestane toto řešení vyhovovat.

V cílovém stavu bude z bioplynu při maximálním využití odstraňováno cca 7 000 000 CO₂ m³/rok. V rámci objektu úpravy surového bioplynu bude vybudováno zařízení pro stlačování plynu a plnicí jednotka, která bude obsahovat i úpravu a dezodorizaci. Separované CO₂ bude dále plněno do tlakových lahví připravených k odvozu na další zpracování/využití.

Finální řešení jednotky bude detailně rozpracováno v dalších stupních projektové dokumentace a bude vybráno finální řešení pro nakládání s druhotným médiem, které není možné dále zpracovávat v rámci areálu ÚČOV.

E.2.1.2 Kotelna

Ve stávajícím stavu je kotelna vybavena 4 kotli na spalování bioplynu s celkovým nominálním výkonem 12 000 kW. Kotelna je navržena tak, aby pokryla 100% potřeby tepla SVL ÚČOV. Hořák kotle č.1 je kombinovaný dvoupalivový, ostatní tři kotle jsou osazeny hořáky pouze na bioplyn. Kombinovaný hořák kotle č.1 je kromě bioplynu napojen i na přívod lehkého topného oleje (dále LTO). Topný olej se používá při mimořádných událostech k obnovení procesu vyhívání kalů v případě havarijního stavu.

Pro cílový stav je navržena modernizace kotelní a jejího vybavení. Zůstane zachována alternativní možnost paliva (LTO). Vybavení kotelní bude v rámci Studie navrženo tak, aby bylo schopné pokrýt 100% potřeby tepla pro SVL a KH. Plynová kotelna bude sloužit k výrobě teplé užitkové vody, která bude následně využívána k vyhívání vyhívacích nádrží, k vytápění všech budov v areálu ÚČOV SVL a ohřevu pitné vody.

Cílem je zajištění veškeré potřeby tepla na SVL a KH při výpadku veškeré kapacity KGJ. Nutnost 100 % rezervy výkonu kotelní pro potřeby komplexu ÚČOV bude zvážena v dalším stupni projektové přípravy.

E.2.1.3 Kogenerace

Ve stávajícím stavu je k dispozici 5 kogeneračních jednotek pro výrobu elektrické energie a tepla současně. Celkové maximální provozní výkony KGJ jsou: elektrický – 5 380 kW, tepelný – 6 050 kW. Kromě MG5, která je v samostatném venkovním kontejneru, jsou jednotky umístěny ve strojovně objektu energocentra ÚČOV. Popis stávajících jednotek, jejich výkony a statistika provozu jsou uvedeny v kapitole B.2.1. Za roky 2019-2021 měli kogenerační jednotky průměrnou spotřebu bioplynu cca 14 800 000 m³ bioplynu za rok.

Pro cílový stav KEH bude navržena obnova a rozšíření počtu kogeneračních jednotek a to tak, aby byly schopné zpracovat veškerý vyprodukovaný bioplyn, a to dle maximální výpočtové hodnoty produkce bioplynu s kosubstráty, tj. 82 101 m³/den. Návrh počítá s osazením max. 6 kogeneračních jednotek (pět provozních jednotek a jedna rezervní). V rámci studie je s přihlédnutím k pravděpodobnému vývoji produkce bioplynu navrženo variantní vystrojení motorgenerátory – popis variant je podrobněji uveden v kapitole G.3.1.9 PS 09 – *Energocentrum ÚČOV*.

Vývoj výroby elektrické energie v závislosti na produkci bioplynu před, během a po rekonstrukci KH je popsán a znázorněn v kapitole H.3.1 *Vývoj produkce a zpracování bioplynu*.

E.2.2 Nízkopotencionální teplo z vyhnílych kalů

Pro navržený proces stabilizace kalů, tj. termofilní anaerobní stabilizaci (TAD) je navrženo využití výměníků tepla. Návrh zahrnuje řešení rekuperace tepla z kalu, technologie pro rekuperaci (tepelné výměníky kal-kal a související zařízení) budou umístěny přímo ve strojovnách čtveřic VN.

Při rekuperaci tepla se v protiproudém výměníku kal – kal odebírá teplo z vyhnílého kalu odtékajícího z vyhnívací nádrže II° a předává se surovému kalu ještě před vstupem do vyhnívací nádrže I°. Rekuperací tepla se ušetří okolo 50 % potřebného tepla, a to v závislosti na teplotě surového kalu a velikosti výměníků. Výměníky jsou navrženy na teplotní spád 15–20 °C. Použití protiproudých rekuperačních výměníků je podmíněno čerpáním jak surového, tak i vyhnílého kalu. Návrh rekuperačních výměníků musí být sladěn s dostupným prostorem ve strojovně vyhnívacích nádrží. Konstrukce výměníků musí umožňovat jejich čištění, a to především na straně surového kalu.

Výměník tepla bude umístěn na odtoku z vyhnívací nádrže druhého stupně. Za těchto podmínek výměník tepla pracuje s „rozumným“ teplotním spádem. S rostoucím zpětným využitím tepla roste potřebná velikost rekuperačního výměníku. Konečný návrh rekuperačního výměníku bude záviset na upřednostnění výše investičních, nebo provozních nákladů.

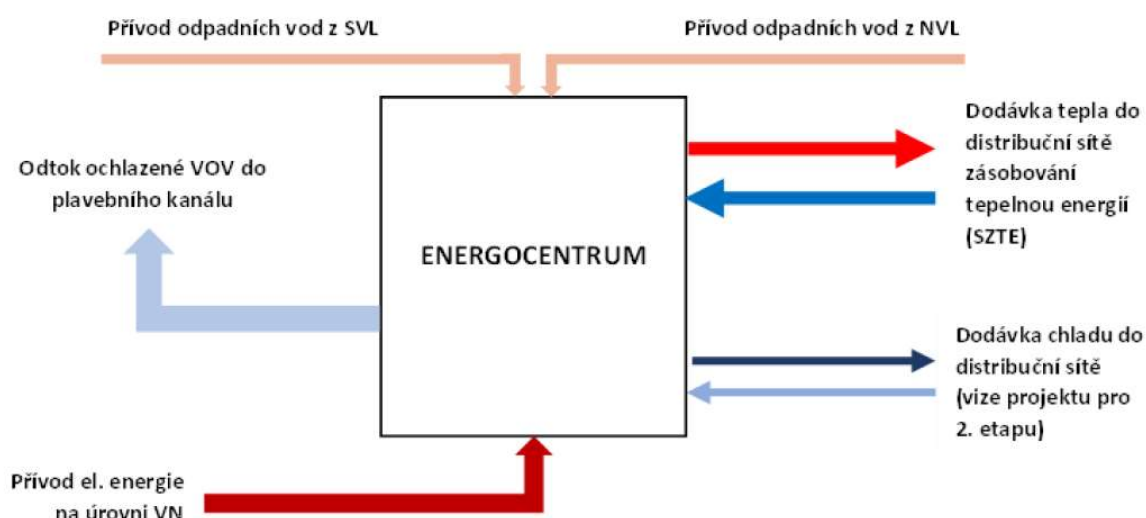
Použitím rekuperačních výměníků se ušetří významná část tepelné energie, která je potřeba k ohřevu surového kalu na pracovní – termofilní teplotu vyhnívacích nádrží. Množství tepla, které se zpětně získá z vyhnílého kalu je především závislé na vstupní teplotě surového kalu a rovněž na velikosti rekuperačních výměníků.

Schémata pro využití výměníku tepla pro proces TAD pro letní a zimní podmínky je uveden v kapitole *D.1.2.1 Schéma procesu TAD*.

E.2.3 Nízkopotencionální teplo z vyčištěných odpadních vod

Pražská vodohospodářská společnost a.s. nechala v roce 2022 vypracovat technickou studii „Využití nízkopotencionálního tepla odpadních vod z ÚČOV Praha“ (srpen 2022, AQUA PROCON s.r.o.). Řešený záměr spočívá ve využití nízkopotencionálního tepla vyčištěných odpadních vod a jeho dodávky (za pomoci velkokapacitních tepelných čerpadel) do blízko ležících soustav zásobování teplem. Vypracovaná projektová studie potvrdila, že řešení je technicky proveditelné a ekonomicky konkurenceschopné. Studie ověřila tři možné lokality pro umístění tohoto nového energetického zdroje a navrhla pro každou z nich potřebné stavební a technologické řešení a stanovila jejich přibližné investiční náklady.

Zdrojem nízkopotencionálního tepla jsou vyčištěné odpadní vody vypouštěné z každé vodní linky (SVL a NVL) samostatně, přičemž pro obě linky byl stanoveno jako provozně bezpečně využitelné množství $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. z obou vodních linek celkem $Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Teplota vyčištěných odpadních vod (VOV) na výpustích se pohybuje mezi $15\text{--}21^\circ\text{C}$. Návrhový tepelný spád na straně vyčištěných odpadních vod je $15/5^\circ\text{C}$. Požadovaný tepelný spád výstupu z energocentra (EGC) je $110/60^\circ\text{C}$.



Obrázek 25 – Schéma uspořádání systému pro přípravu tepla pro distribuční síť

Předběžnými výpočty bylo stanoveno, že každá z vodních linek (SVL a NVL) je schopna zásobovat teplem jednu ze dvou oblastí Prahy:

- **Oblast Juliska – Veleslavín** je provozovanou teplárenskou soustavou schopnou převzít teplo ze zdroje nízkopotencionálního tepla bezprostředně po nezbytných úpravách na rozvodné teplárenské rozvodné síti a v koncových centrech Juliska a Veleslavín. Předpoklad možného uvedení energocentra NPT je v horizontu 2028–2029, potom přepojení na tento zdroj bude možný okamžikem uvedení do zkušební provozu v těchto letech za předpokladu, že provozovatel rozvodné sítě tepla Pražská teplárenská a.s. provede do té doby připravovanou

rekonstrukci rozvodné sítě a dojde ke smluvní dohodě mezi touto společností a organizací pověřenou prodejem tepla energocentra NPT ze strany HMP o odběru tepla z tohoto zdroje.

- **Oblast Bubny – Zátory** představuje rozsáhlý developerský záměr, jehož koncepce, včetně napojení na inženýrské sítě, přivedení tepla a eventuálně i chladu, je v současné době rozpracována. Přivedení tepla do této oblasti, jeho využití a eventuální postupný rozsah využití je v této době obtížné určit. Rovněž tuto část zdroje je reálné uvést do provozu v letech 2028–2029 za předpokladu, že bude oblast Bubny – Zátory a navazující spotřebišť schopné teplo odebírat. Předpoklad plné kapacity je předpokládán spíše kolem roku 2035.

Hlavní části projektu:

- Čerpací stanice vyčištěných odpadních vod na výpusti NVL a výpusti z SVL
- Výtlačné řady vyčištěných odpadních vod
- Energocentrum
- Napájení elektrickou energií
- Odtok využitých vyčištěných odpadních vod
- Výtlačné řady dopravy tepelných okruhů (navazující stavby)



Obrázek 26 – Přehledná situace projektu využití NPT

Energocentrum

Ve studii byly posuzovány 3 varianty umístění energocentra. Pro další přípravu vybrána lokalita umístění energocentra na levém břehu plavebního kanálu Troja, na pozemcích ve vlastnictví hlavního města Prahy sousedící s historickou ČOV Bubeneč, s přístupem z ul. Papírenská.



Obrázek 27 – Vizualizace předběžného návrhu energocentra pro využití tepla z OV

Návrhové parametry

Pro dodávku tepla pro obě cílové oblasti je uvažovaná teplotní úroveň	až 110 °C
Tepelný spád vstup/výstup z EGC	15/5 °C
Tepelný spád vstup/výstup z EGC var. A:	
• bez dohřevu	95/60 °C
• s dohřevem	110/60 °C
Tepelný spád vstup/výstup z EGC var. B:	110/60 °C
Instalovaný výkon tepelných čerpadel	2 x 90 MW
Instalovaný příkon napájení EE	2 x 30 MW
Dodávka tepla	2 x 830 000 GJ/rok
Počet zásobených domácností	2 x 41 500
Počet zásobených obyvatel	2 x 100 000
Úspora zemního plynu	2 x 14,5 mil. m ³ /rok

Vybavení Energocentra tepelnými čerpadly

Pro vybavení energocentra jsou zatím uvažovány dvě varianty vybavení tepelnými čerpadly. Rozhodnutí o konkrétním způsobu vystrojení bude učiněno až ve fázi zpracování DSP (tj. pravděpodobně v roce 2025).

- **Varianta A** – uvažuje nasazení TČ voda-voda s méně ekologickým chladivem (syntetického původu), schopným dosáhnout garantované maximální výstupní teploty topné vody až 95 °C o tepelném výkonu jednoho čerpadla alespoň 15 MW.
Tepelná čerpadla jsou k dispozici od více výrobců, mají reference o dlouholetém spolehlivém provozu (při dodržování servisních podmínek výrobce), jsou schopné dosáhnout výstupní teploty topné vody až 95 °C. Pro teplotní úroveň 110 °C bude třeba dodatečný ohřev.
- **Varianta B** – uvažuje nasazení TČ s více ekologicky příznivým chladivem (přírodního původu), schopným dosáhnout garantované mezní výstupní teploty topné vody až 110 °C při tepelném výkonu jednoho stroje 30 MW.
Tepelná čerpadla jsou podle dostupných podkladů v době zpracování studie (2022) pouze od jednoho výrobce a připravují se k první provozní instalaci. Nejsou tedy na rozdíl od varianty A provozně ověřená, přičemž pracují se zásadně vyšším provozním tlakem.

Stavebně technické řešení objektu Energocentra a napájení elektrickou energií jsou ve studii navrženy na cílový stav. Vystrojení Energocentra tepelnými čerpadly a jejich příslušenství je uvažováno ve dvou etapách, každá se stejným instalovaným výkonem. V 1. etapě se předpokládá napojení oblasti Juliska – Veleslavin, kterou je možné při splnění výše uvedených podmínek připojit bezprostředně po dokončení Energocentra a jeho vystrojení pro tuto etapu, tj. kolem roků 2028–2029. Vystrojení pro 2. etapu by bylo rovněž realizovatelné v tomto časovém období. Skutečná doba plného vystrojení však bude stanovena ve vazbě na vývoj možného odběru tepla (chladu) v oblasti Bubny – Zátory a navazujících spotřebišť.

Pokud bude Energocentrum nízkopotenciálního tepla realizováno, bude řešeno jako samostatná investice odděleně od stavby č. 6393 „Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově.“, etapa 0003 Kalové hospodářství. Velice pravděpodobně bude potom zařazená do investičního plánu HMP jako Etapa 0009 – Energocentrum nízkopotenciálního tepla (EGC NPT).

E.2.4 Fotovoltaické elektrárny

Produkce elektřiny z fotovoltaických elektráren (dále FVE) je státem podporovaný způsob získávání elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Cílem ČR je navýšit výrobu z obnovitelných zdrojů energie (dále OZE) a konkrétně FVE nad 20 % energetického mixu ČR. Aktuální energetický mix obsahuje pod 10 % zdrojů z OZE a z toho pod 7 % z FVE.

V rámci posouzení potencionálních energetických zdrojů byla provedena prvotní simulace (firmou Photon Energy Solutions s.r.o.) využití fotovoltaických panelů na vybraných plochách stávajících objektů ÚČOV. Posouzení bylo provedeno ve dvou etapách. V první etapě je uvažováno s plochami na SVL, KH a s žádným (Var. A) nebo minimálním (Var. B) pokrytím veřejně přístupné zelené střechy NVL. Ve druhé etapě byl pak samostatně posouzen potencionál využití celé zelené plochy kontejnmentu NVL.

V 1. etapě simulace bylo navrženo 43 míst pro umístění fotovoltaických panelů. Jednalo se o všechny potencionálně vhodné plochy Stávající vodní linky, Kalového hospodářství a pro vytipovanou část zelené střechy NVL. Tato navržená místa byla provozovatelem ÚČOV rozdělena do tří kategorií podle vhodnosti instalace panelů (vhodná, možná po realizaci dalších opatření, z hlediska provozovatele nevhodná). Pro další posouzení a simulaci výkonu FVE bylo dále uvažováno s lokalitami zařazenými do prvních dvou kategorií (celkem 36 míst) – tento návrh je označen jako varianta A. Posouzení a výpočet celkového výkonu a roční produkce EN byl dále proveden také pro variantu bez osazení fotovoltaických panelů na veřejně přístupnou část zelené střechy NVL. V této variantě označené jako „B“ je pak uvažováno s 31 místy.

V 2. etapě simulace byla provedeno posouzení osazení FVE na celé ploše kontejnmentu NVL (maximalistické řešení). Vzhledem k předpokladu komplikovaného projednání tohoto řešení byla tato možnost posouzena samostatně.

Výsledkem simulace pro obě etapy a jednotlivé varianty je mapa areálu ÚČOV s vyznačením vhodných ploch pro umístění fotovoltaických panelů a s rozdělením popisu výkonu po jednotlivých ucelených částech. Hlavním výstupem je pak výpočet reálné měsíční a roční produkce. V této kapitole je uvedeno stručné shrnutí výsledků simulace. Kompletní výsledky simulace a mapa s vyznačením navržených míst jsou uvedeny v [příloze č. 9.2 – Výstupy z návrhu fotovoltaiky](#).

E.2.4.1 1. etapa simulace FVE

Simulace využití FVE - varianta A (pro SVL, KH, část kontejneru NVL)

V této etapě bylo posouzeno umístění fotovoltaických panelů pro plochy, které jsou znázorněné na níže uvedené mapce (Obrázek 28). Všechny uvedené plochy se nacházejí na pozemcích HMP. Pozemky jiných vlastníků nebyly v rámci této Studie řešeny.



Obrázek 28 – Místa vytipovaná pro umístění fotovoltaických panelů – 1.Etapa – var.A

Instalační konstrukce pro fotovoltaické panely jsou navrženy podle toho, zda se bude jednat o umístění na terén (vč. zelené střechy objektu NVL) či na stavební objekty:

- Pro umístění na terén (zelená střecha NVL) jsou zamýšleny neinvazivní hliníkové konstrukce s bodovým přitížením bez kotvení do střechy podzemních objektů NVL s upevněním pouze cca 60 cm dlouhými vruty, tzn. v rámci zeminy zemního valu NVL.
- Pro umístění na střechy objektů je navržena konstrukce dle typu jednotlivých střech. Například pro ploché střechy neinvazivní zátěžová konstrukce East&West pro ostatní střechy budou použity hliníkové konstrukce, které zohledňují jednotlivé typy střešních konstrukcí.
- Detailní posouzení umístění jednotlivých segmentů a způsob instalace budou řešeny v další fázi projektové přípravy.

Vyvedení výkonu z FVE:

Výkon z fotovoltaických elektráren je navrženo vyvést do spotřeby objektů nacházejících se v jejich blízkosti. V těchto objektech je navrženo pro vyvedení výkonu využít rozvaděče stavební elektroinstalace označované RS. V rozvaděči RS bude vyrobená el. energie dále distribuována do spotřeby objektu. V případě překročení výroby nad spotřebou objektu bude el. energie vyvedena do nadřazených rozvaděčů RH, kde bude dále distribuována do ostatních objektů ÚČOV.

V prostoru NVL, kde jsou fotovoltaické panely koncentrovány v blízkosti několika objektů je nutné rozdělit fotovoltaické panely do sekcí s ohledem na podmínky připojení (hodnota hlavní jističe, nominální proud rozvaděče a kabelového vedení) v blízkých objektech.

Specifikace prvotního návrhu fotovoltaické koncepce:

- Navrhuje jednotlivé segmenty jako samostatné výrobní jednotky připojené k elektrické soustavě ÚČOV.
- Počítá s využitím vyrobené elektrické energie v areálu ÚČOV a primárně v místě výroby (tzn. po jednotlivých sekcích návrhu), nikoliv s centrálním místem, do kterého by byla svedena veškerá vyrobená elektrická energie. Díky propojenosti elektrické soustavy ÚČOV bude však možné využívat (s dopadem ztrát v závislosti na vzdálenosti distribuce) elektrickou energii kdekoli v rámci areálu ÚČOV s minimálními ztráty ve vedení.
- Vzhledem k maximálnímu instalovanému výkonu a konstantní spotřebě el. energie v areálu ÚČOV se nepředpokládá distribuce mimo elektrickou soustavu areálu. Pokud by bylo zamýšleno elektrickou energii distribuovat mimo elektrickou soustavu ÚČOV, pak by bylo vhodnějším řešením centralizace vyvedení výkonu do jednoho bodu. Jako vhodný bod v případě centralizace vyvedení výkonu i pro možnost distribuce mimo elektrickou soustavu ÚČOV se dle Provozovatele jeví Hlavní čerpací stanice (HČS), kde je mimo jiné hlavní rozvodna pro připojení ÚČOV k soustavě PRE.

V následující tabulce (Tabulka 33) a grafu (Obrázek 29 – FVE: graf reálné měsíční produkce) je uvedena výsledná předpokládaná reálná měsíční produkce, a to v případě, že by byli fotovoltaické panely instalovány do všech navržených míst (36 objektů).

Měsíc	GHI * (kWh/m ²)	POA ** (kWh/m ²)	Zastínění *** (kWh/m ²)	Teoretický výkon (kWh)	Reálný výkon v síti (kWh)	Reálný výkon v síti (MWh)
Leden	23,4	24,1	24,0	30283,9	33822,8	28,6
Únor	39,5	40,5	40,3	51692,6	57469,6	49,0
Březen	75,2	76,3	76,0	98467,0	107844,7	92,7
Duben	121,1	122,1	121,7	159151,1	170030,0	146,7
Květen	154,8	154,8	154,4	202879,4	211005,5	182,8
Červen	160	159,8	159,0	209289,6	215187,2	186,6
Červenec	160,2	160,3	159,9	209809,3	215190,9	186,4
Srpen	139,1	139,9	139,4	182377,8	187560,2	162,0
Září	93,9	95,0	94,6	122903,9	129663,6	111,6
Říjen	55,6	56,9	56,6	72579,5	78629,9	67,1
Listopad	24,3	24,9	24,8	31518,3	34453,3	29,3
Prosinec	17,2	17,9	17,8	22245,7	24688,9	20,7
Reálný výkon v síti za rok (MWh)						1 263,27

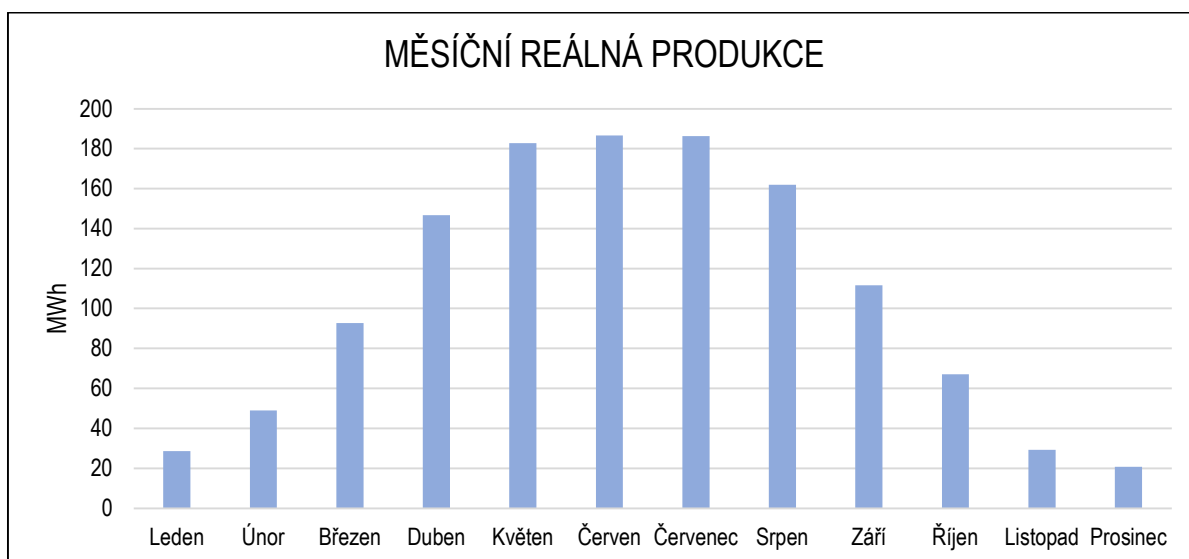
Tabulka 33 – FVE: měsíční reálná produkce

Poznámky:

* GHI – Globální horizontální ozáření = množství solárního záření přijatého na m²

** POA - Ozáření, které dopadá na nakloněný povrch

*** Zastínění / POA - sluneční přístup



Obrázek 29 – FVE: graf reálné měsíční produkce

Při osazení fotovoltaických panelů na všech 36 vybraných míst v areálu ÚČOV lze za rok získat reálný výkon 1 263 MWh. S ohledem na spotřebu el. energie v areálu ÚČOV a její časové rozložení lze konstatovat, že veškerá vyrobená el. energie bude spotřebována v rámci areálu již v čase výroby. Tímto je zaručena maximální možná návratnost investice.

Simulace využití FVE - varianta B (pro SVL, KH)

V této variantě byly z výše uvedeného posouzení vyčleněny plochy ozn. č. 26-30 (viz Obrázek 28). Jedná se o panely, které byly navrženy na veřejně přístupné části zelené střechy NVL. Pro jejich instalaci by bylo nutné řešit jejich bezpečnostní ochranu. Bez těchto ploch reálná roční produkce instalovaných FVE až 868,2 MWh.

E.2.4.2 2. Etapa simulace (maximální pokrytí kontejnmentu NVL)

V této etapě bylo samostatně posouzeno maximalistické umístění fotovoltaických panelů na veřejně přístupnou zelenou střechu NVL. Pokrytí kontejnmentu NVL panely FVE je znázorněno na níže uvedené ortofotomapě (Obrázek 30). Reálná roční produkce fotovoltaických panelů může dosahovat 5 244,7 MWh.



Obrázek 30 – Maximalistické řešení FVE na kontejnmentu NVL – 2. etapa

Kompletní výsledky simulace, tj. grafy měsíční produkce, nominální výkony jednotlivých ploch, výpočet zastínění atd. pro 1.etapu – varianta B a pro 2. etapu jsou uvedeny v příloze č. 9.2 – Výstupy z návrhu fotovoltaiky.

E.2.4.3 FVE – závěry a shrnutí

Shrnutí výsledků provedených simulací

Hodnoty reálné roční produkce pro jednotlivé etapy a varianty:

1. etapa simulace FVE – var.A (SVL, KH, část kontejnmentu NVL)	1 263,3 MWh
1. etapa simulace FVE – var.B (SVL, KH, bez kontejnmentu NVL)	868,2 MWh
2. etapa simulace FVE (maximální pokrytí kontejnment NVL)	5 245,7 MWh

Při maximálním využití vhodných ploch ÚČOV, včetně kompletního pokrytí ploch na zelené střeše NVL lze tedy očekávat (1.Etapa-Var.B + 2.Etapa) **roční produkci až 6 114 MWh.**

Závěry a doporučení pro další přípravu

Ve stávajících objektech je kromě investice do instalace FVE počítat i s náklady na úpravu stávajících hromosvodů. Stávající řešení nemusí vyhovovat efektivnímu využití vhodného prostoru.

V nově budovaných či rekonstruovaných objektech je potřeba při případném návrhu typu střešní krytiny, hromosvodu a stavební elektroinstalace již uvažovat s instalací FVE a tímto se vyhnout dodatečným nákladům.

Tato prvotní simulace využití fotovoltaických panelů na plochách ÚČOV byla provedena v rámci komplexnosti posouzení potencionálních zdrojů energetického hospodářství. Osazení FVE by bylo vhodné realizovat po etapách, tak jak bude postupovat průběh rekonstrukce ÚČOV. Proto je uvažováno řešit FVE jako samostatný investiční záměr, a nikoliv jako součást *Stavby č. 6963 Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově – Etapa 0003 – Kalové hospodářství.*

Navrhuje se následující fázování osazení FVE, vycházející z 1. etapy simulace:

1. Doplnění fotovoltaických panelů na objekty NVL, HČS a HP EF.
2. Dodatečné doplnění do stavby SVL.
3. Osazení na objekty, které jsou součástí rekonstrukce KH.
4. Ostatní objekty.

Zároveň s detailnějším řešením jednotlivých etap budou posouzena další místa, která byla pro instalaci FVE vhodná.

Příprava a realizace případného pokrytí kontejnmentu NVL FVE, tak je naznačena v 2. etapě simulace může být řešena samostatně bez návaznosti na postup rekonstrukce SVL a KH.

E.2.5 Posouzení ostatních energetických zdrojů

V rámci Studie byly vytipovány a posouzeny další možné způsoby získávání elektrické energie z obnovitelných zdrojů – a to případné **využití malých vodních elektráren (MVE)** v provozu ÚČOV. Bylo provedeno jak možné osazení nových turbín na odtoku vyčištěných odpadních vod do Vltavy, tak také začlenění stávající MVE v plavebním kanále (ve správě Povodí Vltavy s.p.) do energetického hospodářství ÚČOV.

Malá vodní elektrárna přeměňuje energii proudící vody na elektřinu prostřednictvím turbíny, která pohání generátor. Množství vyrobené energie závisí na spádu a průtoku vody. Byla posouzena možnost návrhu a osazení MVE na odtoku vyčištěných odpadních vod (OV) z obou vodních linek (NVL i SVL). Vypouštění OV by bylo zásadně změněno při realizaci projektu „Využití nízkopotencionálního tepla odpadních vod z ÚČOV Praha“ (viz kap. E.2.3), který počítá s čerpáním OV do výtlačných řadů a dále do energocentra NPT. Proto bylo posouzení provedeno pro obě varianty, tj. pro osazení MVE v současném stavu a pro možnost osazení společně s realizací NPT.

Celkem byly provedena vhodnost osazení MVE pro 4 varianty:

- MVE na odtoku OV z SVL - bez realizace projektu NPT
- MVE na odtoku OV z NVL - bez realizace projektu NPT
- MVE na odtoku OV z SVL - společně s realizací projektu SVL
- MVE na odtoku OV z NVL - společně s realizací projektu SVL

Vhodnost umístění MVE se obecně řídí následujícími okolnostmi: majetkoprávními vztahy, ochranou přírody a krajiny, stanoviskem provozovatele a správce toku, technicko-hospodářským a ekonomickým hlediskem. Posouzení technické proveditelnosti a ekonomického hlediska pro jednotlivé varianty jsou podrobně uvedeny v následujících podkapitolách. V případě umístění v areálu ÚČOV by pak museli být brány v potaz i prostorové možnosti a zohlednění průběhu inženýrských sítí.

Souhrnný závěr posouzení MVE:

Na základě provedených výpočtů a ekonomické rozvahy, které jsou uvedeny v následujících podkapitolách, zpracovatel Studie konstatuje, že **není vhodná k realizaci žádná ze čtyř uvedených variant umístění nové MVE.**

E.2.5.1 MVE na odtoku OV z SVL a NVL bez realizace projektu NPT

Základní parametry:

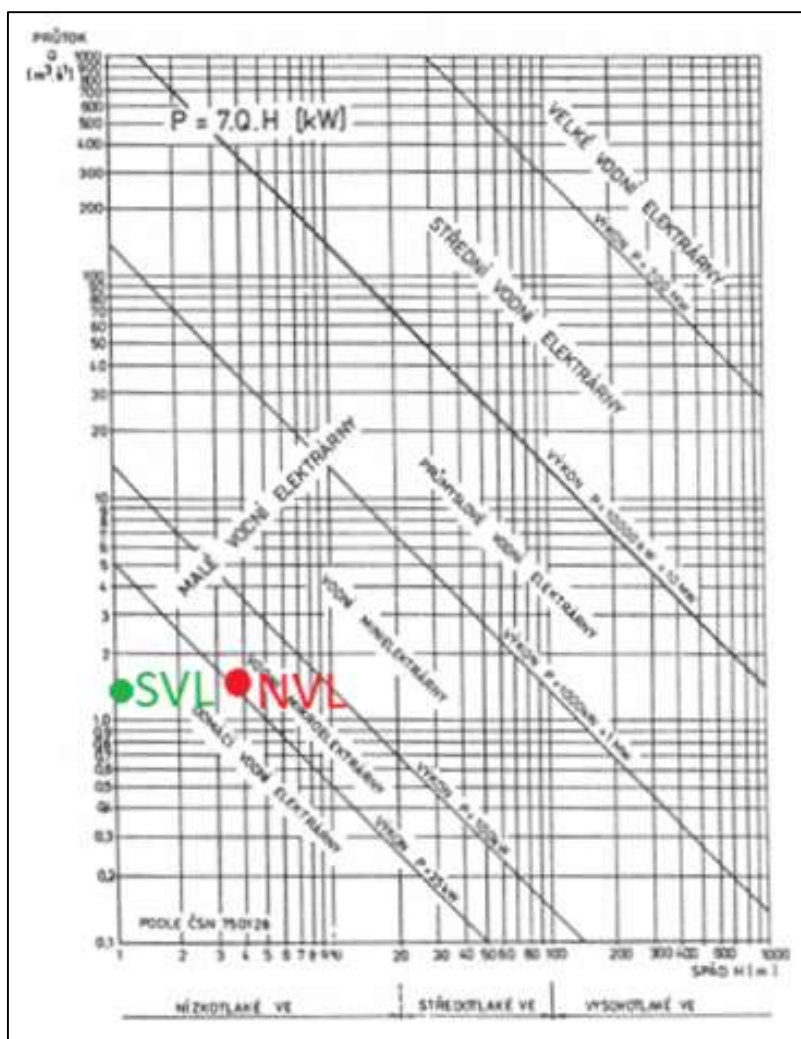
Údaje pro návrh byly převzaty z projektové dokumentace SVL a NVL. Pro SVL je tak již uvažováno s parametry výustního objektu po plánované rekonstrukci vodní linky.

	SVL	NVL	jednoty	veličina	popis
Q_N	1,5	1,5	m ³ /s	průtok	průměrná hodnota průtoku, v závislosti na průtoku se mění hladina
H_B	1,4	4,2	m	hrubý spád	hrubý spád stanoven jako rozdíl normální hladiny ve Vltavě a hladiny při Q_N
H	1,1	3,4	m	užitný spád (odhad)	užitný spád odhad $\sim 0.8 \cdot H_B$

Tabulka 34 – Základní parametry pro návrh turbín na odtoku OV z SVL a NVL

Návrh turbíny:

Pro návrh MVE byla použity následující materiály: ČSN 75 2601 *Malé vodní elektrárny* a *Malé vodní elektrárny* (P. Gabriel, F. Čihák, P. Kalandra, 1998), z nich vychází níže uvedený graf s vyznačením parametrů pro SVL a NVL.



Obrázek 31 – Graf návrhu MVE pro SVL a NVL

Z uvedeného grafu plyne, že na odtoku OV z SVL není dostatečný spád pro osazení turbíny.

V případě odtoku OV z NVL je osazení turbíny hraniční. Čistě z hlediska spádu a průtoku by bylo možné osazení kaplanovy turbíny. Pro tuto variantu byla dále vypracována níže uvedená ekonomická rozvaha.

Ekonomická návratnost MVE na NVL:

- Množství vyrobené energie za rok:
(předpokládá se doba výroby 300 dní v roce)

$\eta_{ts} =$	0,7		... účinnost turb. soustrojí
$P =$	35,3	kW	... výkon
$W =$	847	kWh/den	... práce /energie
$W =$	254 016	kWh/rok	

- Hodnota vyrobené energie:
Výroba energie z obnovitelných zdrojů je v ČR podporována. O ceně elektřiny vyrobené tímto způsobem rozhoduje ERÚ. Min. výkupní cena je garantována na 15 let s roční korekcí +/- 5%. Pro návrh bylo použito: Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. X/2022 ze dne DD. září 2022, kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie.

<u>Výkupní cena dle ERÚ:</u>	3,7 Kč/kWh
<u>Předpokládané výnosy MVE:</u>	939 859 Kč/rok

- Investiční a provozní náklady:
Orientační odhad v cenové hladině roku 2022 byl proveden na základě obdobně velkých instalovaných turbín, pro odhad provozních nákladů je uvažováno s 2 % nákladů na objekty a náklady na zaměstnance.

<u>Investiční náklady:</u>	5 000 000 Kč
<u>Roční provozní náklady:</u>	1 350 000 Kč/rok

Provozní náklady MVE převyšují pravděpodobné výnosy z výroby elektrické energie.

Doporučení pro osazení MVE (bez realizace projektu NPT)

Instalace MVE na odtoku z NVL je z technického hlediska hraniční, z hlediska ekonomického nevhodná. Pro instalaci turbíny na SVL není dostatečný spád – instalace není možná. Zpracovatel Studie nedoporučuje dále zvažovat osazení MVE na odtoku ani jedné z vodních linek.

E.2.5.2 MVE na odtoku OV z SVL a NVL společně s realizací projektu NPT

Při realizaci projektu nízkopotencionálního tepla budou vody z obou vodních linek odváděny no nově vytvořených čerpacích jímek, odkud budou kapacitními čerpadly výtlačným potrubím dovedeny do enenrgocentra NPT, kde bude za použití tepelných čerpadel využita jejich tepelná energie a voda dále vypuštěna do Vltavy.

Vzhledem k tomu, že projekt „Využití nízkopotencionálního tepla odpadních vod z ÚČOV Praha“ byl prozatím zpracován ve stupni studie proveditelnosti, není pro posouzení možnosti osazení turbín pracováno s konkrétními údaji o čerpacích stanicích. Možnost osazení turbín je tak posouzena pouze teoreticky za použití vztahů vycházejících z termodynamického zákona.

Okrajové podmínky:

- umístění nesmí ovlivnit měření na odtoku z ÚČOV,
- umístění nesmí ovlivnit sání pro ČS NPT

Základní vztah:

$$\begin{aligned} & \text{výkon MVE} > \text{příkon čerpadla} \\ & P_T > P_{\check{c}} \\ & P_T = \rho \times g \times H \times Q \times \eta_{ts} \quad P_{\check{c}} = \frac{\rho \times g \times H_d \times Q}{\eta_{\check{c}}} \\ & H > \frac{\eta_{ts}}{\eta_{\check{c}}} H_d \end{aligned}$$

$\eta_{ts} = 0,7$... účinnost turbín. soustrojí
 $\eta_{\check{c}} = 0,9$...maximální účinnost čerpadla
 H ...užitný spád
 H_d ... dopravní výška čerpadla

$$H > 1.6 H_d$$

Pokud je užitný spád na MVE 1.6 × větší než dopravní výška čerpadla, pak je množství vyrobené EE větší než spotřeba čerpadla (v ideálním stavu).

Tohoto vztahu nelze v podmínkách odtoku OV z NVL ani SVL v žádném případě dosáhnout. Předběžné odhady spádu a dopravní výšky jsou následující:

NVL:	H = 1,1 m	NVL:	H = 3,4 m
	H _d = 3,5 m		H _d = 3,5 m

Z výše uvedených vztahů ale plyne, že užitný spád MVE nemůže být ani v jednom případě větší než dopravní výška čerpadla. To znamená, že případné množství vyrobené elektrické energie turbínou nebude nikdy větší než spotřeba čerpadla. Z těchto důvodů osazení MVE při realizaci čerpacích stanic pro NPT nemá smysl.

E.2.5.3 Začlenění MVE Povodí Vltavy s.p. do EH ÚČOV

V souvislosti s komplexním řešením energetického hospodářství na Císařském ostrově je zvažováno také začlenění malé vodní elektrárny Podbaba, do EH ÚČOV. MVE se nachází u plavební komory Podbaba a je ve správě státního podniku Povodí Vltavy.

MVE Podbaba se skládá ze dvou přímoproudých Kaplanových turbín vsazených do bočních zdí velké plavební komory. MVE byla vybudována v roce 1995 při přestavbě a zužování velké plavební komory na současných 12 m šířky. Vzniklé zesílené pilíře byly využity k umístění dvou soustrojí o celkovém výkonu 1,296 MW.

Technické parametry MVE Podbaba:

Umístění:	Plavební kanál
Počet strojů:	2
Typ turbíny:	Kaplanova turbína
Návrhový spád:	5,05 m
Návrhový průtok:	28 m ³ /s
Celkový výkon:	1 296 kW
Roční výroba:	6,017 GWh

Varianty začlenění MVE Podbaba do energetické koncepce celého systému ÚČOV:

- **Povodí Vltavy prodává EN do sítě samo**
řešení: přivedení kabelem do EGC, nově do objektu HČS, rozvodny RS9000 – část PRE
- **Povodí Vltavy dodává EN za kompenzaci do ÚČOV**
řešení: přivedení kabelem do PTS1, rozvodny R21



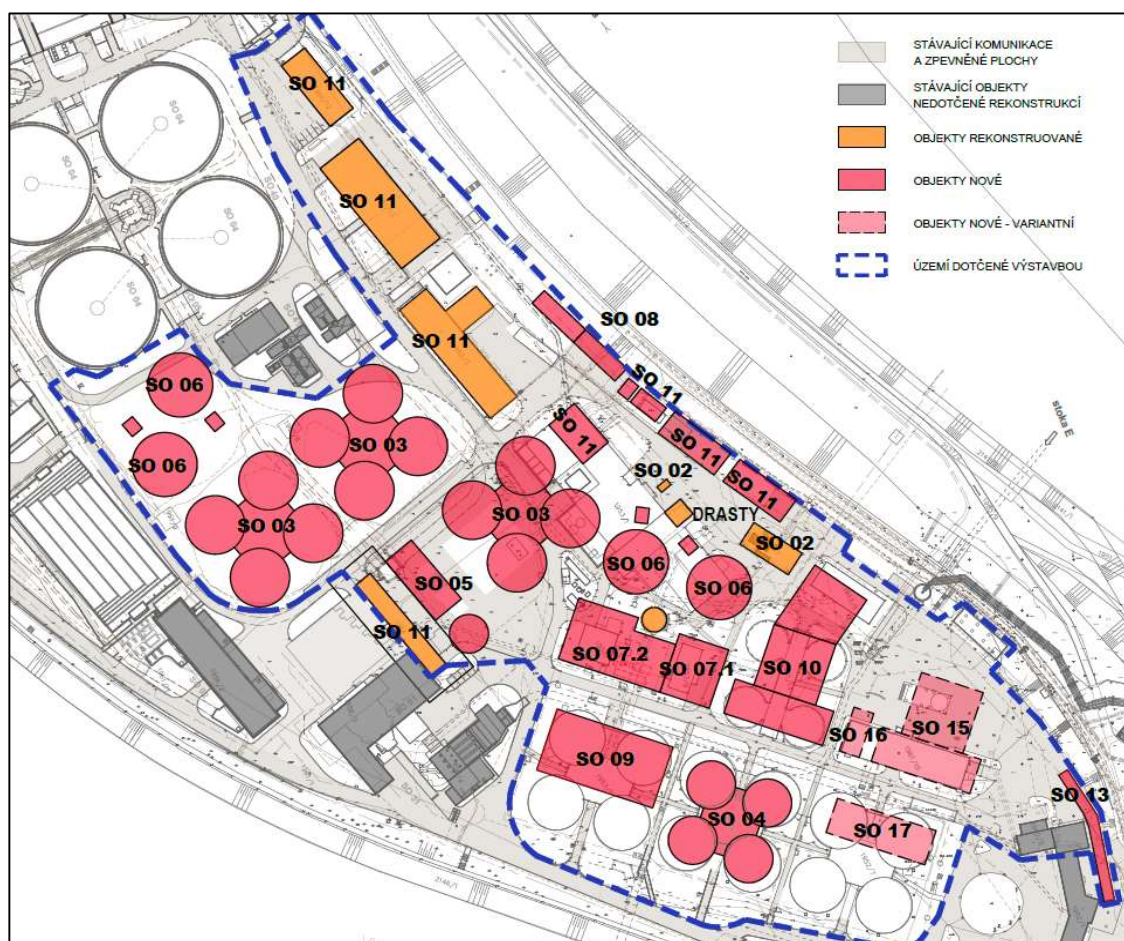
Obrázek 32 – Umístění povodí MVE Podbaba

F. KONCEPCE STAVEBNĚ TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

F.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÍ

Rekonstrukce kalového hospodářství proběhne uvnitř areálu ÚČOV. V těsném sousedství staveniště se nachází objekty modernizované SVL, které budou v provozu. Stavební pozemek je považován za průmyslový areál na rovinatém, uměle upraveném území. Pozemek je v podélném směru mírně svažité, na úrovni terénu cca 180,0 až 182,0 m n m. Staveniště je stísněné, na dvou protilehlých stranách sevřené ochrannými hrázemi. Ochranné hráze chrání ÚČOV, resp. SVL, KH a ostatní objekty v tomto prostoru proti velkým vodám až do Q_{100} .

Staveniště je dáno rozmístěním stávajících rekonstruovaných objektů a omezenými prostorovými možnostmi pro výstavbu objektů nových. Na stavební pozemek jsou přivedeny všechny inženýrské sítě. Vzhledem k charakteru staveniště je obtížné najít plochu pro zařízení staveniště (dále ZS). Rozvinutí ZS na jediné ploše je z prostorových důvodů vyloučené. ZS se bude muset skládat z více ploch umístěných prakticky na každém volném místě v prostoru kalového hospodářství. Práce na rekonstrukci kalového hospodářství ve stávajícím areálu se budou provádět za provozu NVL i SVL. V rámci rekonstrukce budou některé objekty zdemolovány, některé zrekonstruovány a v prostoru vzniklém po demolici objektů budou vybudovány nové objekty kalového hospodářství.



Obrázek 33 – Definované stavební objekty

F.2 SEZNAM PŘEDPOKLÁDANÝCH SO

V rámci Studie byl předběžně definován níže uvedený seznam předpokládaných stavebních objektů. Jejich přehledné situační znázornění je na výše uvedeném obrázku (Obrázek 33).

Seznam SO:

- SO 00** – Zemní práce a zakládání
- SO 01** – Bourací práce
- SO 02** – Směsná jímka SSK
- SO 03** – Vyhňivací nádrže
- SO 04** – Manipulační nádrže
- SO 05** – Objekt zahušťování kalů
- SO 06** – Plynojemy
- SO 07** – Úpravna bioplynu
 - SO 07.1 - Úpravna surového bioplynu
 - SO 07.2 - Úpravna biometanu
- SO 08** – Hořáky zbytkového plynu
- SO 09** – Energocentrum ÚČOV
- SO 10** – Objekt strojního odvodnění a nakládání odvodněného stabilizovaného kalu
- SO 11** – Ostatní budovy a objekty
- SO 12** - Spojovací potrubí
- SO 13**- Komunikace a zpevněné plochy
- SO 14** – Stavební příprava pro FVE

Variantní objekty:

- SO 15** – Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů
- SO 16** - Objekt na úpravu fugátů
- SO 17** - Objekt post-THP

F.3 STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ JEDNOTLIVÝCH PŘEDPOKLÁDANÝCH SO

V této kapitole jsou stručně popsány předpokládané stavební objekty. Jejich základní výkresová dokumentace (půdorysy, řezy, pohledy) je uvedena v příloze č. 10 – Hlavní stavební objekty.

F.3.1 SO 00 – Zemní práce a zakládání

Prostor staveniště kalového hospodářství se nachází na území o délce cca 380 m a šířce cca 140 m. Stavební jáma se bude otevírat postupně v návaznosti na etapizaci výstavby. Je tedy navrženo více stavebních jam pro jednotlivé skupiny stavebních objektů.

F.3.1.1 Geologické a hydrogeologické poměry

Předpoklady geologických a hydrogeologických poměrů vycházejí z doplňkového geologického průzkumu území provedeného pro SVL a zahrnující i plánované staveniště KH. Povrch území je upraven navážkami. Jejich mocnost je ovlivněna zemními pracemi probíhajícími zde v minulosti při stavbě původní vodní linky a pohybuje se od decimetrů až po několik málo metrů. Tyto pak nasedají na vrstvu středně až hrubozrnných písků místně zcela nepravidelně nahrazenou jílovitými hlínami s organickou příměsí. Vrstva písků zasahuje až na kótu cca 176,0 m n. m., kde přechází do písčitých štěrků s valouny často velikosti větší než 20 cm. Při bázi je možno občas narazit i na balvany podstatně větší, až 75 cm. Báze terasy není rovná, vyskytují se zde prohlubně a vyvýšeniny v závislosti na odolnosti hornin, pohybuje se v úrovních cca 173,0 až 174,0 m n. m. V prostoru staveniště je pak možno očekávat pískovce a droby, ale i vulkanity typu diabasů, porfyrů a jejich tufů. Většinou se jedná o velmi pevné, málo zvětralé horniny.

Podzemní voda vytváří v silně propustných terasových sedimentech nad velmi málo propustnými horninami skalního podloží mohutnou zvědeň. Její hladina se předpokládá v úrovni 177,5 m n. m.

Většina nových objektů bude mít základovou spáru na rostlé říční terase (písek se štěrkopískem, štěrk) se zcela dostatečnou únosností (minim. 200kPa). Podkladní beton bude ukládán na přehutněnou základovou spáru nebo na vrstvu štěrkopískového podsypu.

Objekty založené hlouběji, na úroveň vrstvy skalního podloží se zcela dostatečnou únosností (minim. 200kPa), budou mít pod podkladním betonem drenážní štěrkovou vrstvu.

F.3.1.2 Stavební jáma

Z technického hlediska se jeví jako nejvhodnější rozdělení území staveniště do více menších stavebních jam. Stavební jámy se budou otevírat postupně tak, jak bude postupovat etapizace výstavby. Tedy jak bude další území připraveno na novou výstavbu. Před každým otevřením stavební jámy bude nutné daný

prostor připravit, tzn. zejména zdemolovat stávající již nevyhovující objekty, pokud se v takovém prostoru nacházejí.

Objekty s podzemní částí budou vybudovány v zapažené stavební jámě. Otevřená stavební jáma bude využita zejména pro menší objekty, které nezasahují nijak výrazně pod úroveň upraveného terénu.

Při volbě metod pažení stavební jámy (stavebních jam) a jejich vlastním provádění je nutné volit takové, které budou stávající nebo rekonstruované objekty a objekty vystavěné, resp. rekonstruované v rámci realizace stavby SVL.

Předpokládá se realizace těsnící clony zahloubené 0,5 až 1,0 m do skalního podloží, čímž bude zaručena těsnost stěny a omezí se přítoky vody do stavební jámy. Pokud to podmínky dovolí, bude pažící a těsnící stěna navržena jako záporové pažení nebo jako betonová stěna případně přikotvena zemními pramencovými kotvami. Vše v závislosti na namáhání stěny v daném úseku.

V místě hlubokých výkopů pro SO 03 v blízkosti stávajících objektů je nutné zajistit výkop pomocí pilotové stěny kotvené ve dvou úrovních.

Čerpání ze stavební jámy

Většina navrhovaných stavebních objektů bude založena pod hladinou podzemní vody. Její hladina se nachází přibližně na kótě 177,5 m n.m. Pro snížení hladiny podzemní vody ve stavební jámě budou zřízeny čerpací studny. Systémem drenážního potrubí a čerpacích studní bude voda odvedena mimo prostor stavební jámy.

F.3.1.3 Zakládání stavebních objektů

Níže je uveden popis zakládání pro jednotlivé nově budované stavební objekty.

SO 03 – Vyhnívací nádrže

Základová spára základové desky vyhnívacích nádrží se nachází na kótě 171,3 m n. m. tj. ve skalním podloží. Pro první dvě čtveřice bude realizována pažená stavební jáma. Třetí čtveřice se bude nacházet v samostatné stavební jámě, bude založena až po demolici stávajícího objektu energocentra.

SO 04 – Manipulační nádrže

Základová spára základové desky vyhnívacích nádrží se nachází na kótě 171,5 m n. m. tj. ve skalním podloží. Čtveřice manipulačních nádrží se bude nacházet ve společné stavební jámě s novou budovou energocentra.

SO 05 – Objekt zahušťování kalů

Objekt zahušťování kalů se skládá z objektu nádrže kruhového půdorysu a z objektu strojovny. Obě části mají podzemní a nadzemní část. Základová spára se nachází v úrovni kóty 176,8 m n.m. tj. v rostlé říční

terase. Pod základovou deskou bude proveden podkladní beton a štěrkopískový podsyp. Objekt SO 05 se bude nacházet ve společné stavební jámě s prvními dvěma čtveřicemi VN.

SO 06 – Plynojemý

Objekty plynojemů jsou založeny na povrchu na železobetonové desce se základovými pasy do nezámrazné hloubky. Základová spára pasů se předpokládá na úrovni 179,0 m n.m. Pod základovou deskou i pasy bude proveden podkladní beton a štěrkopískový podsyp. Součástí tohoto stavebního objektu je i strojovna, která svou podzemní částí zasahuje cca 3,5m pod upravený terén. Základová spára se nachází v úrovni 177,3 m n.m. Pod základovou deskou i pasy bude proveden podkladní beton a štěrkopískový podsyp. Jáma bude otevřená a svahovaná.

SO 07 – Úpravna bioplynu

Tento objekt má jedno nadzemní a jedno podzemní podlaží. Základová spára se nachází v úrovni 176,7 m n.m. tj. v rostlé říční terase. Pod základovou deskou bude proveden podkladní beton a štěrkopískový podsyp. Objekt bude vybudován ve společné stavební jámě s SO 10.

SO 08 – Hořáky zbytkového plynu

Objekt je založen na povrchu na železobetonové desce se základovými pasy do nezámrazné hloubky. Základová spára pasů se předpokládá na úrovni 181,0 m n.m. Pod základovou deskou i pasy bude proveden podkladní beton a štěrkopískový podsyp.

SO 09 – Energocentrum ÚČOV

Tento objekt má jedno nadzemní a jedno podzemní podlaží. Základová spára se nachází v úrovni 176,75 m n.m. tj. v rostlé říční terase. Pod základovou deskou bude proveden podkladní beton a štěrkopískový podsyp. Objekt bude vybudován ve společné stavební jámě s SO 04.

SO 10 – Objekt strojního odvodnění a nakládání odvodněného stabilizovaného kalu

Tento objekt má jedno nadzemní a jedno podzemní podlaží. Základová spára se nachází v úrovni 177,5 m n.m. tj. v rostlé říční terase. Pod základovou deskou bude proveden podkladní beton a štěrkopískový podsyp. Objekt bude vybudován ve společné stavební jámě s SO 07.

SO 11 – Ostatní servisní budovy a objekty

Objekty například skladů apod. jsou založeny na povrchu na železobetonové desce se základovými pasy do nezámrazné hloubky. Základová spára pasů se předpokládá na úrovni 181,0 m n.m. Pod základovou deskou i pasy bude proveden podkladní beton a štěrkopískový podsyp.

SO 15 – Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů

Tento objekt má jedno nadzemní a jedno podzemní podlaží. Základová spára se nachází v úrovni 177,5 m n.m. tj. v rostlé říční terase. Pod základovou deskou bude proveden podkladní beton a štěrkopískový podsyp.

F.3.2 SO 01 – Bourací práce

Všechny objekty navržené k demolici se nacházejí uvnitř areálu ÚČOV. Demolice bude prováděna po etapách, v souladu s etapizací výstavby navrženou v kapitole *J.3 Návrh etapizace výstavby*.

K demolici jsou určeny objekty stávajících 12 vyhnívacích nádrží včetně strojoven, 4 manipulační nádrže včetně strojovny, energocentrum ÚČOV, objekty odstředivek a zahuštění OVK, včetně sila, hořáky zbytkového plynu, elektrodílny, sklady, sauna. Před demolicí jednotlivých objektů budou demontována technologická zařízení a spojovací potrubí (provozní soubor PS 01). Objekty budou odstraněny včetně podzemních částí, jelikož na stejném místě jsou navrženy nové objekty kalového hospodářství.

Před započítáním bouracích prací se musí uskutečnit stavebně technický průzkum stavu každého objektu, posoudit jeho statiku, použité materiály a technické vybavení. Objekt musí být odpojen od rozvodů a vedení. Dále nesmí být demolicí objektu ohrožena statika sousedních objektů.

Stavební výkresy s uvedením rozměrů jednotlivých bouraných objektů jsou uvedeny v [příloze č. 10.1 – SO 01 – Bourací práce](#).

Níže jsou uvedeny objemy bouraných objektů.

12x vyhnívací nádrže	78 100 m ³
3x strojovna VN	8 400 m ³
sauna	630 m ³
hříbek	91 m ³
elektrodílňa	1 100 m ³
úpravna bioplynu	980 m ³
manipulační nádrže	19 100 m ³
odstředivkárna vč. sila	7 400 m ³
sklady	4 800 m ³
energocentrum	18 000 m ³
podzemní nádrže	3 200 m ³
zpevněné plochy	15 200 m ²

F.3.3 SO 02 – Směsná jímka SSK

Po dobu rekonstrukce i pro cílový stav KH je uvažováno se zachováním provozu stávající nové mokré jímky SSK. V rámci tohoto stavebního objektu dojde k rekonstrukci stavebních částí na konci životnosti a k obnově strojního vybavení.

F.3.4 SO 03 – Vyhnívací nádrže

Nově budou vybudovány postupně tři čtveřice vyhnívacích nádrží, včetně nových strojoven. Dvě čtveřice budou umístěny v prostoru rušených sedimentačních nádrží (UN1 a UN2), třetí čtveřice v prostoru současné skladové haly proti energocentru ÚČOV.

Každá čtveřice VN má společnou strojovnu. Návrh počítá s možností odstavení za provozu vždy jedné nádrže z důvodu údržby. Nové vyhnívací nádrže jsou navrženy bez nasazeného plynojemu. Celkový užitečný kalový objem všech nádrží je 74 400 m³.

Uvažovány jsou vyhnívací nádrže železobetonové konstrukce s tloušťkou stěny 400 mm, o vnitřním průměru 22,0 m a celkové výšce 27,0 m, z toho bude 17,0 m nadzemní část a 10,0 m podzemní část. Povrch stěn i horního vrchlíku vyhnívacích nádrží bude opatřen tepelnou izolací z důvodů minimalizace úniků tepla při zahřívání kalů. Maximální objem kalů v nádrži je 6 200 m³. Spodní i vrchní část nádrže má kuželový tvar. Dolní kvůli spádování odtoku stabilizovaného kalu, horní kvůli odběru bioplynu. Obestavěný prostor jedné vyhnívací nádrže je 9 470 m³. Základová spára základové desky vyhnívacích nádrží se nachází na kótě 171,3 m n.m. tj. ve skalním podloží.

Půdorys a řezy nově navržených vyhnívacích nádrží jsou uvedeny [příloze č. 10.3 – SO 03 – Vyhnívací nádrže](#).

F.3.5 SO 04 – Manipulační nádrže

Nově bude vybudována čtveřice manipulačních nádrží včetně nové strojovny umístěné půdorysně mezi nádržemi. Čtveřice nádrží bude umístěna v prostoru stávajících vyhnívacích nádrží (VN5-8). Jedná se o železobetonové konstrukce válcového tvaru s tloušťkou stěny 400 mm, o vnitřním průměru 18,0 m a celkové výšce 17,0 m, z toho bude 13,0 m nadzemní část a 4,0 m podzemní část. Užitečný objem jedné nádrže je 3700 m³. Obestavěný prostor jedné manipulační nádrže je 5430 m³. Základová spára základové desky vyhnívacích nádrží se nachází na kótě 176,8 m n.m.

Půdorys a řezy nově navržených manipulačních nádrží jsou uvedeny [příloze č. 10.4 – SO 04 – Manipulační nádrže](#).

F.3.6 SO 05 – Objekt zahušťování kalů

Stavební objekt označený jako SO 05 se skládá ze dvou objektů: manipulační nádrže předzahušťování přebytečného kalu a objektu zahuštění přebytečného kalu. Oba objekty se nacházejí v prostoru současných skladu hořlavin a skladu tlakových nádob. Manipulační nádrž je navržena jako železobetonová válcová nádrž o vnitřním průměru 7,5 m a tloušťce stěny 400 mm. Zakládání bude prováděno v místě po zrušené usazovací nádrži, před realizací samotného SO 05 tak bude nutné odbourat podzemní část původní nádrže. Podzemní část bude proto založena v hloubce cca 4,0 m pod upraveným terénem. Nad terén bude nádrž vystupovat do výšky 11,6 m. Vrchní i spodní část nádrže je kuželovitého tvaru, užitný objem nádrže je 1200 m³.

Objekt zahuštění přebytečného kalu navazuje na manipulační nádrž, je tedy umístěn v její těsné blízkosti. Je navržen dvojpodlažní objekt, spodní stavba je železobetonová se základovou spárou na stejné úrovni jako manipulační nádrž. Nadzemní část je zděná s pultovou střechou tvořenou betonovými panely typu spiroll. Půdorysné rozměry jsou 31,1 m x 13,4 m. V nejvyšším bodě dosahuje objekt výšky 7,8 m nad upravený terén. V suterénu budou umístěny čerpadla kalu a akumulární jímky.

Půdorys a řezy nově navržených manipulačních nádrží jsou uvedeny [příloze č. 10.5 – SO 05 – Objekt zahušťování kalů](#).

F.3.7 SO 06 – Plynojemy

Cílový návrh počítá s plynojemy o celkovém objemu cca 30 000 m³. Plynojemy budou budovány postupně dle reálné produkce bioplynu. V první etapě je uvažováno s vybudováním čtyř plynojemů, každý o objemu cca 5000 m³. Pro ostatní bude ponechána územní rezerva v místě stávajících VNA (vedle územní rezervy pro SO 17) a budou budovány dle nárůstu množství bioplynu.

Konstrukčně jsou plynojemy řešeny ve tvaru kulového vrchlíku nad kruhovou betonovou základovou deskou. Navržený objem plynojemů odpovídá průměru 25 m. Uvnitř vnější membrány kulovitého tvaru je umístěna vnitřní membrána, do které se jímá plyn. Podle množství akumulovaného plynu se vnitřní vak naplňuje nebo vyprazdňuje. Plynojemy jsou založeny na povrchu na železobetonové desce tl. 250 mm a půdorysných rozměrech 25 x 25 m. Železobetonová deska bude podepřena po obvodu základovými pasy šířky 800 mm uloženými do nezámrné hloubky. Základová spára pasů se předpokládá na úrovni 179,0 m n.m. Součástí tohoto stavebního objektu i strojovna, která svou podzemní částí zasahuje cca 3,5 m pod upravený terén. Základová spára se nachází v úrovni 177,3 m n.m. Nadzemní část vystupuje cca 4,3 m nad upravený terén. Spodní stavba je navržena jako železobetonová vana, na kterou v nadzemní části navazuje zděná část. Stropní deska je navržena jako železobetonová monolitická.

Půdorys a řezy nově navržených plynojemů jsou uvedeny [příloze č. 10.6 – SO 06 – Plynojemy](#).

F.3.8 SO 07 – Úpravna bioplynu

Umístění úpravy bioplynu je navrženo v jedné budově, která bude umístěna v místě stávající úpravy bioplynu a sauny. Úprava bioplynu spočívá ve dvou procesech – v úpravě surového bioplynu pro další využití v kogeneračních jednotkách a v kotelně a v úpravě bioplynu na biometan.

SO 07.1 - Úpravna surového bioplynu – zde bude prováděno základní sušení, odloučení zbytkové vlhkosti, odsíření a odstranění siloxanů. Odtud bude upravený bioplyn odváděn na finální využití, tj. na kogenerační jednotky, kotle nebo do další úpravy na biometan. Je navržena dvoupodlažní budova s jedním nadzemním a jedním podzemním podlažím o půdorysném rozměru 20,3 x 24,3 m. Podzemní část zasahuje cca 4,5 m pod upravený terén. Základová spára se nachází v úrovni 176,7 m n.m. Nadzemní část vystupuje 6,2 m nad upravený terén. Spodní stavba je navržena jako železobetonová vana, na kterou v nadzemní části navazuje zděná část.

SO 07.2. - Úpravna biometanu – technologie je navržena v modulárním provedení. Návrh úpravy bioplynu navazuje na pilotní projekt uvedený do provozu v roce 2023. V cílovém stavu, při vystrojení na kapacitu těžebního plynovodu, bude bioplyn na biometan zpracovávat až osm modulárních jednotek. Systém modulů umožní postupné doplňování jednotek dle skutečné produkce bioplynu. Objekt je navržen tak, aby pojmul všech osm jednotek ve dvou podlažích, vždy tedy 4 jednotky na podlaží. Úpravna biometanu je navržena jako dvoupodlažní budova s jedním nadzemním a jedním podzemním podlažím o půdorysném rozměru 37,6 x 25,3 m. Podzemní část zasahuje cca 4,6 m pod upravený terén. Základová spára se nachází v úrovni 176,7 m n.m. Nadzemní část vystupuje 6,2 m nad upravený terén. Spodní stavba je navržena jako železobetonová vana, na kterou v nadzemní části navazuje zděná část.

Půdorys a řezy nově navržené úpravy bioplynu jsou uvedeny [příloze č. 10.7 – SO 07 – Úpravna bioplynu](#).

F.3.9 SO 08 – Hořáky zbytkového plynu

Nově je navržen objekt hořáků plynu, který slouží k likvidaci provozního přebytku bioplynu v případě výpadku jeho spotřeby. Objekt hořáků zbytkového plynu bude nově umístěn za objekt stávajícího energocentra směrem k povodňovému valu. Stavební objekt je založen na povrchu na železobetonové desce tl. 250 mm a půdorysných rozměrech 44 x 7 m. Železobetonová deska bude podepřena po obvodu základovými pasy šířky 600 mm uloženými do nezámrzné hloubky. Základová spára pasů se předpokládá na úrovni 181,0 m n.m. Součástí tohoto stavebního objektu i jednopodlažní strojovna, která je umístěna na společné základové desce s hořáky. Půdorysné rozměry strojovny jsou 7 x 4,3 m. Nadzemní část vystupuje cca 3,6 m nad upravený terén. Stěny jsou navrženy jako zděné. Stropní deska je navržena jako železobetonová monolitická.

Půdorys a řezy nově navržených hořáků zbytkového plynu jsou uvedeny [příloze č. 10.8 – SO 08– Úpravna bioplynu](#).

F.3.10 SO 09 – Energocentrum ÚČOV

Stávající komplex označený jako Energocentrum (EGC) je soubor k sobě přiléhajících budov: budovy motorgenerátorů, teplovodní strojovny, rozvodny a transformátorů, velínu a vstupní haly. Z východní strany přiléhá k teplovodní strojovně ještě budova kotelny, která je potrubními systémy propojena s ostatními energetickými zařízeními energocentra. Před jižní stranou kotelny je v kompaktním protihlukovém modulu umístěna kogenerační jednotka č. 5.

V rámci modernizace kalového hospodářství se pro cílový stav uvažuje s rozšířením budovy motorgenerátorů, s novým vystrojením budov kotelny a teplovodní strojovny a novým řešením rozvodů. Zároveň je nutné řešit stavebně-technický stav konstrukcí samotného stavebního objektu.

V rámci Studie byly zvažovány možnosti, jak splnit tyto základní požadavky. Jedná se o následující tři varianty řešení:

- **VARIANTA 1 – Výstavba nového EGC na novém místě:** výstavba nového objektu včetně vystrojení a postupné přepojování jednotlivých nových objektů KH.
- **VARIANTA 2 - Fázová přestavba EGC na stávajícím místě:** bourání a postupná výstavba nových objektů komplexu energocentra na stávajícím místě. Nejprve bude zbourána a přestavěna vstupní hala a velín, posléze prostor kogeneračních jednotek a na závěr objekt teplovodní stanice a plynové kotelny.
- **VARIANTA 3 – Rekonstrukce stávajícího EGC:** v rámci rekonstrukce bude rozšířena hala kogeneračních jednotek – na 6 KGJ. Dále je navržena rekonstrukce stávajícího objektu spočívající ve výměně povrchových konstrukcí, výplní otvorů, zateplení fasády a střešní konstrukce.

Pro vyhodnocení nejvhodnější varianty byla provedena multikriteriální analýza. Kompletní analýza a její vyhodnocení je uvedena v [příloze č. 7 – Analýza řešení energocentra ÚČOV](#).

Z posuzovaných variant **zpracovatel Studie doporučuje vybudování nového EGC (VARIANTA 1)** dispozičně v prostoru rušených vyhnívacích nádrží.

V budově budou zachovány všechny funkční celky jako v původním energocentru, pouze v optimalizované poloze odpovídající současným požadavkům. Jedná se o následující provozy:

Provoz motorgenerátorů – kogenerační jednotky (KGJ)

V hale motorgenerátorů (dále MG) bude v protihlukových boxech umístěno 6 kogeneračních jednotek. V hale bude vedle motorů umístěny také tepelné moduly. Dále bude v hale MG umístěna rozvodna vysokého napětí pro přenos vyrobené elektrické energie. Součástí celku budou nouzové stolové chladiče a zásobníky teplé vody a vzduchotechnické zařízení.

V suterénu pod halou MG bude umístěno olejové hospodářství. Budou zde dvouplášťové nádrže na nový a použitý olej s olejovými čerpadly. Na východní straně budovy je stáček místo pro odvoz a dovoz oleje. V suterénu je dále umístěno glykolové hospodářství, které zajišťuje chlazení motorů. Má dva oddělené okruhy a dvě zásobní nádrže.

Teplovodní strojovna

Teplovodní strojovna (TVS) slouží k distribuci a řízení oběhu TUV od zdrojů tepla ke spotřebičům v celém areálu ÚČOV. Cirkulaci topné vody zajišťují oběhová čerpadla. Pro doplňování topné vody se používá voda pitná (po úpravě), při přerušení dodávky pitné vody je použita voda ze zásobních nádrží.

Velín

Samostatným vstupem do budovy bude přístupný velín. Vzhledem k plánovanému vybudování centrálního velínu ÚČOV, který bude sloužit pro obsluhu obou vodních linek, bude nový velín sloužit pouze pro účely zpřístupnění informací z řídicího systému a jako záložní pracoviště pro operátory v případě výpadku centrálního velínu.

Rozvodny a transformátory

V objektu EGC budou umístěny dvě rozvodny a dva transformátory.

Kotelna

Plynová kotelna bude sloužit k výrobě teplé užitkové vody. Dle ČSN 070703 se jedná o kotelnu I. kategorie. Kotelna bude osazena čtyřmi kotli.

Půdorys a řezy nově navrženého objektu jsou uvedeny [příloze č. 10.9 – SO 9 – Energocentrum ÚČOV](#).

F.3.11 SO 10 – Objekt strojního odvodnění a nakládání odvodněného stabilizovaného kalu

Objekt se nachází mezi budovami úpravny bioplynu a příjmu a přípravy gastroodpadů. Jedná se o halu tvaru T s půdorysnými rozměry cca 40,9 x 14 m (spodní část) a 46 x 25,1 m (navazující horní část). Objekt má jedno nadzemní a jedno podzemní podlaží. Základová spára podzemního podlaží je v úrovni 177,5 m. n. m, hřeben střechy nadzemního podlaží je 9,5 m nad okolním terénem. Konstrukčně se jedná u nadzemní části o prefabrikovanou skeletovou konstrukci, jejíž stěny budou vyzděny z keramických tvarovek. Spodní hala je jednolodní, navazující horní část dvojlodní. Střešní konstrukce je navržena z prefabrikovaných vazníků a panelů. Tvar střechy bude sedlový. Do horní haly je z obou stran vjezd vraty umožňujícími vjezd nákladních automobilů. Vnitřní nakládka bude minimalizovat pachovou a hlukovou zátěž.

Půdorys a řezy nově navrženého objektu jsou uvedeny [příloze č. 10.10 – SO 10 – Objekt nakládání odvodňovaného stabilizovaného kalu](#).

F.3.12 SO 11 – Ostatní budovy a objekty

Jedná se o objekty dílen, skladovací haly, skladu tlakových lahví, skladu hořlavin, mistrovny, elektrodílen a deratizace, příjezdovou váhu a novou rozvodnu (PTSX). Objekty, které jsou v kolizi s novou výstavbou, budou zdemolovány. Jedná se o skladovací halu, sklad tlakových lahví, sklad hořlavin a elektrodílny. Všechny tyto objekty budou nahrazeny novými na nové pozici.

Ostatní objekty budou opraveny, je navržena rekonstrukce stávajících objektů spočívající v sanaci železobetonových konstrukcí, ve výměně povrchových konstrukcí, výplní otvorů, zateplení fasády a střešní konstrukce. Dále budou vyměněny všechny rozvody TZB včetně koncových prvků a zařizovacích předmětů.

Podle sdělení provozovatele je třeba objekty dílen a deratizace (parc. č. 1953/2, 1961/13 a 1961/12) komplexně zrekonstruovat a také rozšířit, aby byly získány náhradní kapacity za zdemolovaný objekt elektrodílen parc. č. 1953/6. Dále jsou navrženy dvě nové budovy skladů podél protipovodňového valu za objektem stávajícího energocentra. Zde jsou taktéž umístěny nové sklady tlakových lahví a hořlavin.

V místě stávajícího EGC je plánováno vybudování **nové elektro rozvodny PTSX** (označení zvolené pro potřeby této Studie). Budova bude minimálně dvoupatrová, rozdělaná na podzemní část (kabelové prostory) a nadzemní část (technologie elektro). Předpokládané rozměry objektu jsou 20 x 13 m. Tyto rozměry budou v další fázi projektu upřesněny dle zvolené technologie. Při návrhu objektu je nutné počítat s prostorovou rezervou pro rozváděče nízkého i vysokého napětí.

V objektu bude umístěno zařízení elektro v minimálním rozsahu:

- 2 x suchý epoxidový transformátor jmenovitý výkon bude upřesněn v dalším stupni dokumentace. Transformátory doporučujeme instalovat do samostatné místnosti a oddělit přepážkou pro zamezení náhodnému dotyku,
- rozvodna 22kV, minimální počet polí 8, je nutné počítat při návrhu objektu s prostorovou rezervou. Doporučujeme použít vzduchem izolovanou kompaktní rozvodnu s ohledem na životní prostředí a jednodušší budoucí rozšíření.

Rozvodna 0,4kV, počet polí bude upřesněn v dalším stupni dokumentace. Rozvodna bude dispozičně oddělena od rozvodny 22kV.

Půdorys a řezy nově navržených objektů jsou uvedeny [příloze č. 10.11 – SO 11 – Ostatní budovy a objekty](#).

F.3.13 SO 12 - Spojovací potrubí

Stávající areál ÚČOV v prostoru kalového hospodářství je protkán velkým množstvím inženýrských sítí různých typů, a to zejména potrubních tras. V rámci rekonstrukce kalového hospodářství předpokládáme, že ze stávajících technologických tras (potrubí odpadní vody, kalová potrubí, kabely silnoproudu atd.) nebudou pro provoz po rekonstrukci zachovány prakticky žádné stávající trasy. Mezi jednotlivými technologickými celky jsou navrženy nové trasy spojovacího potrubí. Podrobný návrh etapizace a přepojování stávajících tras bude řešen v dalších stupních PD.

Některé potrubní trasy budou navazovat na stávající trasy přicházející z území mimo dotčené území kalového hospodářství. Dále je nutné respektovat rozvody a vedení, které slouží pro SVL a v průběhu rekonstrukce kalového hospodářství budou muset být ochráněny před poškozením a zachovány v provozu. Podrobné posouzení bude provedeno v dalším stupni projektové dokumentace.

F.3.14 SO 13 - Komunikace a zpevněné plochy

Stavební objekt SO 13 řeší opravu stávajících komunikací a zpevněných ploch narušených stavebními pracemi na ostatních objektech v rámci modernizace KH a dále návrh nových komunikací a zpevněných ploch v okolí nových objektů v rámci rekonstrukce kalového hospodářství. Jedná se o obnovu komunikací a obslužných ploch tvořených převážně živičným povrchem, v menším měřítku pak s povrchem betonovým, v areálu ÚČOV.

V rámci rekonstrukce dojde ke kompletní výměně konstrukčních vrstev stávajících komunikací a zpevněných ploch v celém území dotčeném výstavbou. Komunikace a obslužné plochy pro provoz vozidel jsou navrženy s povrchem z asfaltového betonu (21 800 m²), plochy pro pohyb pěších jsou navrženy z litého asfaltu (2 350 m²), odstavná parkovací stání ze zatravnovacích tvárnic (150 m²). Celková předpokládaná plocha nových zpevněných ploch je 24 300 m².

F.3.15 SO 14 - Stavební příprava pro FVE

Stavební příprava pro fotovoltaické panely je navržena podle toho, zda se bude jednat o umístění na terén (vč. zelené střechy objektu NVL) či na stavební objekt:

1. Pro umístění na terén (zelená střecha NVL) jsou navrženy neinvazivní hliníkové konstrukce s bodovým přitížením bez kotvení do střechy podzemních objektů NVL s upevněním pouze cca 60 cm dlouhými vruty, tzn. v rámci zeminy zemního valu NVL.
2. Pro umístění na střechy objektů je navržena konstrukce dle typu jednotlivých střech. Například pro ploché střechy neinvazivní zátěžová konstrukce East&West pro ostatní střechy budou použity hliníkové konstrukce, které zohledňují jednotlivé typy střešních konstrukcí.
3. U všech objektů, kde bude FVE umístěna na střeše, bude zajištěn bezpečný přístup na střechu i pro pohyb po ní za pomoci žebříků a záchytného systému.

Detailní posouzení umístění jednotlivých segmentů a způsob instalace budou řešeny v další fázi projektové přípravy.

F.3.16 SO 15- Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů

V tomto objektu bude umístěna technologie zpracování odpadů živočišného a rostlinného původu z jídelen, supermarketů a potravinářských provozů. Linka je technicky řešena tak, aby separovala veškeré nežádoucí obaly od výstupní hmoty určené k dalšímu zpracování. Manipulace s gastroodpady, včetně odvozu odpadu, bude probíhat v prostoru uzavřeného objektu tak, aby bylo zamezeno šíření zápachu do exteriéru.

Nově navržený objekt je dvoupodlažní tvaru T celkových půdorysných rozměrů 39,6 x 40,9 m. Spodní stavba je navržena jako železobetonová vana s hloubkou založení 5,7 m pod upravený terén. Základová spára se tedy bude nacházet v úrovni 177,5 m n.m. Nadzemní část je navržena jako prefabrikovaná skeletová konstrukce, jejíž jedna část šířky 14,0 m je jednolodní a druhá část šířky 26,1 m je dvoulodní. Skelet bude vyzděn z keramických tvarovek a doplněn o prosklení a vjezdová vrata. Střešní konstrukce je navržena z prefabrikovaných vazníků a panelů. Tvar střechy bude sedlový.

Půdorys a řezy nově navrženého objektu jsou uvedeny [příloze č. 10.15 – SO 15 – Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů](#).

F.3.17 SO 16 - Objekt na úpravu fugátu

V rámci Studie není objekt podrobněji řešen. V rámci situačního umístění objektů KH je ponechána územní rezerva v místě stávající budovy odstředivek, tj. mezi plánovaným *SO 10 Objekt strojního odvodnění a nakládání odvodněného stabilizovaného kalu* – a *SO 15 – Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů*. Jedná se o plochu cca 140 m². Ideový návrh budovy je v [příloze č. 10.16 – SO 16 – Objekt na úpravu fugátu](#). Podrobný návrh bude v případě plánování realizace objektu proveden v dalším stupni PD.

F.3.18 SO 17 - Objekt post-THP

V rámci Studie není objekt podrobněji řešen. V rámci situačního umístění objektů KH je ponechána územní rezerva v místě stávajících vyhnívacích nádrží (VNA). Jedná se o plochu cca 560 m². Ideový návrh budovy je v [příloze č. 10.17 – SO 17 – Objekt post-THP](#). Podrobný návrh bude v případě plánování realizace objektu proveden v dalším stupni PD.

G. KONCEPCE TECHNOLOGICKÉHO VYSTROJENÍ

G.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÍ

V rámci rekonstrukce budou některé objekty zdemolovány, některé zrekonstruovány a v prostoru vzniklém po demolici objektů budou vybudovány nové objekty kalového hospodářství.

Základní řešení cílového stavu pro kalové a plynové hospodářství je znázorněno v [příloze č. 2.2 - Blokové schéma kalového hospodářství – cílový stav](#). Rozkreslení technologie bylo z hlediska přehlednosti rozpracováno ve dvou samostatných příloh:

[Příloha č. 2.3.1 - Technologické schéma pro kalové hospodářství](#)

[Příloha č. 2.3.2 - Technologické schéma pro plynové hospodářství](#)

G.2 SEZNAM PŘEDPOKLÁDANÝCH PS

V rámci Studie byl předběžně definován následující seznam předpokládaných provozních souborů:

- **Strojní část**

PS 01 – Demontáž stávajícího technologického vstrojení

PS 02 – Směsná jímka SSK

PS 03 – Vyhnivací nádrže

PS 04 – Manipulační nádrže

PS 05 – Objekt zahušťování kalů

PS 06 – Plynojemy

PS 07 – Úpravna bioplynu

SO 07.1 - Úpravna surového bioplynu

SO 07.2 - Úpravna biometanu

PS 08 – Hořáky zbytkového plynu

PS 09 – Energocentrum ÚČOV

PS 09.1 - Kogenerační jednotky

PS 09.2 - Kotelna

PS 09.3 - Teplovodní strojovna

PS 10 – Strojní odvodnění a nakládání odvodněného stabilizovaného kalu

PS 11 – Ostatní technologická zařízení

PS 12 - neobsazeno

PS 13 - neobsazeno

PS 14 – Fotovoltaika

Volitelné objekty:

PS 15 – Příjem a přípravy gastroodpadů

PS 16 - Objekt na úpravu fugátů,

PS 17 - Objekt post-THP

- **Elektro část**
- **MaR**
- **Řídicí systém (SCADA)**

G.3 TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ JEDNOTLIVÝCH PŘEDPOKLÁDANÝCH PS

G.3.1 Strojní část

G.3.1.1 PS 01 – Demontáž stávajícího technologického vybavení

Demontáže stávajícího technologického vybavení musí probíhat dle etapizace výstavby a navazovat na demontáže elektrotechnologické části a demontáže MaR vybavení. V první fázi demontáží bude nutné odpojit veškeré demontované prvky od elektrické energie a až následně bude možné demontovat samotné technologické vybavení.

Demontáže budou reflektovat potřebu provizorního provozu a budou probíhat dle demolic objektů, v souladu s etapizací výstavby navrženou v kapitole *J.3 Návrh etapizace výstavby*.

Mezi hlavní demontované vybavení a stroje patří:

- Vybavení vyhnívacích nádrží 12x (čerpadla/míchadla čerpadla tepelných výměníků výměník tepla, trubicí propoje, pomocné technologické vybavení).
- Manipulační nádrže č. 1, 2, 3 na vyhníly kal (čerpadla/míchadla, biofiltr, kompresorová stanice s příslušenstvím, trubicí propoje, pomocné technologické vybavení).
- Manipulační nádrž č. 4 na přebytečný kal (flokulační stanice, čerpadla/míchadla, trubicí propoje, pomocné technologické vybavení).
- Odstředivky na zahušťování přebytečného kalu a potrubí fugátu (zahušťovací odstředivky, čerpadla, chladicí agregát, zásobníky chladicí vody, Vzduchotechnika, armaturní vybavení, trubicí propoje, měřicí technika).

- Odstředivky na odvodňování vyhnílého kalu (odvodňovací odstředivky, čerpací technika, flokulační stanice, míchací technika, uskladňovací nádrže/sila, armaturní vystrojení, trubní propoje, pomocné technologické vybavení)
- Kalové silo, dopravníky kalu (biofiltrace, dopravníky kalů, čerpací technika, armaturní vystrojení, trubní propoje).
- Kalová čerpárna vyhnílého kalu (čerpadla, kompresorové stanice, armaturní vystrojení, trubní propoje a pomocné technologické vybavení).

G.3.1.2 PS 02 – Směsná jímka SSK

Nově bude vystrojena stávající SSK, kde bude umístěna technologie pro rozmíchání vstupního média (kalu) na další zpracování.

Návrh přípravy kalů obsahuje čerpací stanici přebytečného aktivovaného kalu z SVL, kde bude nově osazena čerpací technika, armaturní vybavení a trubní propoje s měřicí technikou pro dopravu kalu na stroje zahuštění kalu umístěných v objektu SO05.

G.3.1.3 PS 03 – Vyhnívací nádrže

Celkem je navrženo 12 vyhnívacích nádrží (SO 03). Každá z šesti VN I° bude vybavena sestavou čerpadel/míchadel a vertikálním vrtulovým míchadlem kalového média pro kontinuální míchání obsahu nádrže. Soustavou čerpadel a trubních tras tepelných výměníků, výměníkem tepla. Provoz výměníkůvých stanice bude řízen automaticky, stejně jako proces míchání kalu v nádrži. Každá nádrž bude dále vybavena plynovým ventilátorem, které budou rovněž řízeny automaticky. Veškeré strojní a technologické vybavení bude v EX provedení.

Kal z technologického procesu vyhnívacích nádrží I. stupně, bude přiveden potrubní trasou do čerpací stanice I. stupně. Čerpací stanice bude vybavena čerpací technikou pro dopravu kalu do vyhnívacích nádrží II. stupně. V čerpací stanici budou dále umístěny i potrubní trasy a armaturní propoje, místa pro odběr vzorků a veškerá měřicí technika.

Každá z vyhnívacích nádrží uvažovaných ve druhém stupni bude vybavena sestavou čerpadel/míchadel a vertikálním vrtulovým míchadlem kalového média pro kontinuální míchání obsahu nádrže. Soustavou čerpadel a trubních tras tepelných výměníků, výměníkem tepla. Provoz výměníkůvých stanice bude řízen automaticky, stejně jako proces míchání kalu v nádrži. Každá nádrž bude dále vybavena plynovým ventilátorem, které budou rovněž řízeny automaticky. Veškeré strojní a technologické vybavení bude v EX provedení.

Vyhnílý kal z technologického procesu vyhnívacích nádrží II. stupně, bude přiveden potrubní trasou do čerpací stanice II. stupně. Čerpací stanice bude vybavena čerpací technikou pro dopravu kalu do čtveřice manipulačních nádrží. V čerpací stanici budou dále umístěny i potrubní trasy a armaturní propoje, místa pro odběr vzorků a veškerá měřicí technika.

G.3.1.4 PS 04 – Manipulační nádrže

Manipulační nádrže vyhnílého kalu (SO 04) budou sloužit k akumulaci a homogenizaci vyhnílého kalu před odvodněním. Trojice nádrží pro vyhnílý kal nádrží bude vybavena rekuperačním vystrojením, čerpací a míchací technikou, soustavou biofiltrů, dezodorizační jednotkou a armaturním vystrojením s potrubním a měrným vystrojením.

G.3.1.5 PS 05 – Objekt zahušťování kalů

Kal bude pomocí strojního vybavení upraven na sušinu 2,5 až 3 % a následně potrubím přiveden do směsné nádrže kalu (tzv. stávající nové mokré jímky – objekt SO 02).

Zahušťování přebytečného kalu ze SVL (dále jen PK SVL):

(Při výpočtu se vychází ze Scénáře 2)

Produkce ZPK SVL činí **18,7 t/d** 100% sušiny.

Koncentrace PK na vstupu do odstředivek činí **12 g/l (1,2% sušiny)**.

Produkce PK před zahuštěním na zahušťovacích odstředivkách tak na SVL činí **1 560 m³/d**.

Uvažujeme-li nepřetržitý provoz zahušťovacích odstředivek (24/7 včetně víkendů), tak hodinový výkon vychází na **1560/24 = 65 m³/h**.

Navržená produkce ZPK SVL cca 60 % oproti produkci ZPK NVL.

V tomto stupni návrhu koncepce jsou uvažovány zahušťovací odstředivky v počtu 4+1, při provozu 24/7. V dalším stupni projektové přípravy budou zvažovány i další možnosti strojního odvodnění kalů. Finální technologické řešení zahuštění kalu bude detailně navrženo v dalším stupni PD, prostorové možnosti pro umístění navrhovaného počtu zařízení je v této studii zohledněno i s ohledem na statické zatížení objektu *SO05 – Objekt zahuštění kalů*.

Kal z technologického procesu NVL, který bude již patřičně zahuštěn v provozu NVL, bude přiveden potrubní trasou přímo do stávající nové mokré jímky SSK (*SO02 – Směsná jímka*).

Součástí přípravy kalů bude variantní objekt příjmu a přípravy gastroodpadů (*SO 15 – Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů*). Tato budova bude vybavena automatizovaným mechanickým separátorem pro oddělení obalů a mechanických nečistot. Výsledný produkt bude následně pomocí čerpací techniky dopraven do centrální HAM nádrže SSK (MN4).

Stávající nová mokrá jímka SSK (*SO 02 – Směsná jímka*) bude v rámci modernizace KH zachována a nově technologicky vystrojena. Předpokladem je instalace sestavy rychloběžných míchadel pro rovnoměrné rozmíchání a přípravu kalového média pro další stupně technologického procesu.

Součástí přípravy kalů bude čerpací stanice směsného kalu pro dopravu kalového média na první stupeň vyhnívacích nádrží. Čerpací stanice bude umístěna v těsné blízkosti směsné nádrže kalů a vystrojena čerpací technikou, armaturním vystrojením a trubními trasami. Celé technologické vybavení bude

umístěno v objektu SO02 – *Směsná jímka*. Objekt přípravy kalů bude dále vybaven vzduchotechnikou a dezodorizační jednotkou.

G.3.1.6 PS 06 – Plynojemy

Pro akumulaci plynu jsou pro cílový stav uvažovány plynojemy o celkovém objemu cca 30 000 m³. Plynojemy budou budovány postupně dle reálné produkce bioplynu. Plynojemy jsou určeny k nahromadění vyrobeného bioplynu a k vyrovnávání rozdílů mezi spotřebou a vývinem bioplynu. Dále budou sloužit pro udržování konstantního přetlaku bioplynu v systému. Strojovna plynojemu bude nedílnou součástí každého jednotlivého plynojemu. Ve strojovně plynojemu budou umístěny bezpečnostní prvky.

Surový bioplyn bude z technologických nádrží jímán pomocí nucené ventilace a veden potrubními trasami. Z každé vyhnívací nádrže bude bioplyn jímán přes armaturní uzel umístěný v prostoru čerpací stanice mezi nádržemi. Ze čtveřice manipulačních nádrží bude jímán zbytkový bioplyn také přes armaturní šachtu situovanou v prostoru čerpací stanice. Potrubí surového bioplynu bude vedeno do plynojemů, kde bude surový plyn jímán a uskladněn.

G.3.1.7 PS 07 – Úpravna bioplynu

PS 07.1 – Úpravna surového bioplynu

Zařízení pro úpravu surového bioplynu bude umístěna v objektu SO 07. Kapacita úpravní je navržena na veškerou výhledovou maximální denní produkci bioplynu (tj. 82 101 m³/den). V úpravně bude provedeno zejména základní sušení bioplynu pomocí výměníku tepla a kondenzát bude odstraněn odloučením. Ve druhém stupni sušení budou přidány kapalné sorbenty pro odloučení zbytkové vlhkosti.

Složení bioplynu bude ovlivňovat přidávání kosubstrátů, které budou dávkovány do zpracovávaného kalu. Předpokládá se odsíření bioplynu. Je navrženo za pomoci aktivního uhlí ve dvojici adsorpčních jednotek, kdy bude ze surového bioplynu odstraněn Sulfan. Pro odstranění Siloxanů a jiných křemičitých látek a pevných nečistot bude využito filtrační zařízení s dvojicí filtrů. Celý systém bude dále rozpracován v dalším stupni dokumentace dle předpokladů složení bioplynu a případných rozborů.

Vyčištěný bioplyn bude následně potrubím přiváděn na finální využití, a to na kogenerační jednotky, kotle, nebo bude bioplyn upraven na biometan a distribuován do sítě. V případě nadbytečné produkce bude bioplyn spalován na hořácích zbytkového bioplynu.

PS 07.2 – Biometan

Při úpravě bioplynu na obchodní jakost biometanu, vhodného na vtlačení do distribuční sítě zemního plynu, je uvažováno s využitím komplexní plně automatizované technologie v modulárním provedení. Návrh úpravní bioplynu navazuje na pilotní projekt uvedený do provozu v roce 2023. V cílovém stavu

bude bioplyn na biometan zpracováván v modulárních jednotkách, kterých může být při dodržení stejných výkonových parametrů jednoho modulu až osm. Systém modulů umožní eventuelní postupné doplňování jednotek dle nárůstu skutečné produkce bioplynu.

Návrh úpravy biometanu:

- kapacita úpravy biometanu je uvažována dle kapacity budovaného těžebního plynovodu (12,0 mil. Nm³ biometanu) za rok,
- postupné rozšiřování úpravy se bude dít pouze přidáváním počtu zařízení membránové separace, ostatní prvky budou navrženy pro cílový stav.

Technologie se sestává z jednotlivých, navzájem provázaných bloků. Mezi základní operace úpravy bioplynu patří:

- Komprimace bioplynu pro potřeby membránové technologie.
- Membránová separace – odstranění CO₂ a vody z bioplynu.
- Propanizace/Karburace – zvýšení spalného tepla biometanu podle požadavků.
- Sledování výstupní kvality biometanu, měření množství a odorizace.

V cílovém stavu bude z bioplynu při maximálním využití odstraňováno cca 7 000 000 CO₂ m³/rok. V rámci objektu úpravy surového bioplynu bude vybudováno zařízení pro stlačování plynu a plnicí jednotka, která bude obsahovat i úpravu a dezodorizaci. Separované CO₂ bude dále plněno do tlakových lahví připravených k odvozu na další zpracování/využití. Finální řešení jednotky bude detailně rozpracováno v dalších stupních projektové dokumentace a bude vybráno finální řešení pro nakládání s druhotným médiem, které není možné dále zpracovávat v rámci areálu ÚČOV.

Výsledné řešení bude upřesněno v návaznosti na konkrétní vybrané řešení a rozpracováno v dalším stupni projektové dokumentace.

Pro návrh technologie se počítá s využitím dat z provozu pilotní jednotky („*Biometan, využití kalového plynu na ÚČOV Praha*“), jejíž stavba by měla být ukončena v 07/2023.

G.3.1.8 PS 08 – Hořáky zbytkového plynu

Přebytečný plyn bude likvidován v hořácích zbytkového plynu HZP. Objekt hořáků zbytkového plynu (SO 08) bude nově vybudován vedle stávající budovy energocentra. Návrh konkrétního typu a počtu hořáku bude řešen v dalším stupni PD. Požadována je kapacita na veškerou výhledovou produkci bioplynu (tj. 3 420 m³/hod) s rezervou jednoho hořáku.

G.3.1.9 PS 09 – Energocentrum ÚČOV

PS 09.1 Kogenerační jednotky

Po konzultacích s provozovatelem bylo stanoveno, že ve všech variantách bude zvažováno uspořádání 5 + 1, tzn. 5 provozních jednotek a jedna rezervní. V současné době je rezervní jednotka uložena jako nemontovaná, v budoucnu bude v novém energocentru trvale osazena, což bude umožňovat pravidelnou obměnu ve funkci a tím i rovnoměrnější využití. Do výpočtu kapacitního výkonu je vždy zahrnuto 5 jednotek s maximální roční provozní dobou 7 500 hodin.

S přihlédnutím k pravděpodobnému vývoji produkce bioplynu byly zvoleny následující varianty vystrojení energocentra kogeneračními jednotkami (motorgenerátory)

Var. 1 – současné vystrojení (podle údajů provozovatele)

3 motorgenerátory 0,96 MW _{el} , 2 motorgenerátory 1,25 MW _{el}	
instalovaný výkon celkem	5,38 MW _{el}
spotřeba paliva celkem	16,1 mil. Nm ³ za rok
produkce elektrické energie při plném využití výkonu	40 350 MWh _{el} /rok
tepelný výkon celkem	45 394 MW _{tep} /rok

Var. 2 – současný stav, posílení MG1 – MG3

3 motorgenerátory 1,205 MW _{el} , 2 motorgenerátory 1,25 MW _{el}	
instalovaný výkon celkem	6,11 MW _{el}
spotřeba paliva celkem	18,3 mil. Nm ³ za rok
produkce elektrické energie při plném využití výkonu	45 863 MWh _{el} /rok
tepelný výkon celkem	51 595 MW _{tep} /rok

Var. 3 – nové generátory 1,54 MW_{el}

5 motorgenerátorů 1,54 MW _{el}	
instalovaný výkon celkem	7,70 MW _{el}
spotřeba paliva celkem	23,1 mil. Nm ³ za rok
produkce elektrické energie při plném využití výkonu	57 750 MWh _{el} /rok
tepelný výkon celkem	64 969 MW _{tep} /rok

Var. 4 – var. 3 s posílením MG4 a MG5

3 motorgenerátory 1,54 MW _{el} , 2 motorgenerátory 2,3 MW _{el}	
instalovaný výkon celkem	9,22 MW _{el}
spotřeba paliva celkem	27,7 mil. Nm ³ za rok
produkce elektrické energie při plném využití výkonu	69 150 MWh _{el} /rok
tepelný výkon celkem	77 794 MW _{tep} /rok

Znázornění jednotlivých variant výroby elektrické energie v závislosti na produkci bioplynu je znázorněno v - *Graf produkce bioplynu a výroby elektrické energie na KGJ* (Obrázek 37 – str.157).

PS 09.2 - Kotelna

Plynová kotelna bude sloužit k výrobě teplé užitkové vody, která bude následně využívána k vyhřívání vyhnívacích nádrží, k vytápění všech budov v areálu ÚČOV SVL a ohřevu pitné vody.

Kotelna bude osazena čtveřicí kotlů, kdy dvojice bude kombinovaná dvoupalivová, tak aby bylo možné alternativně využívat bioplyn, nebo topný olej. Tato dvojice kotlů bude napojena krom bioplynu na přívod LTO. Provozní dvouplášťový zásobník o objemu cca 1000 l bude umístěn mezi dvojicí těchto kotlů a plněn bude za pomoci cisterny. Druhá dvojice je navržena pouze pro provoz pomocí vyprodukovaného bioplynu. Každý z kotlů bude vybaven samostatným kouřovodem do samostatného komínu. Přívodní plynové potrubí do prostoru kotelny bude vybaveno čidlem pro alarm při úniku plynu. Celkový výkon kotelny je uvažován na 12MW při požadované teplotě vody 110 °C. Každý kotel bude navržen na cca 500 m³/h.

V objektu kotelny bude přívodní potrubí bioplynu osazeno odlučovačem vody a plynoměrem. Dále bude na centrálním přívodu instalována automatická uzavírací armatura pro případ úniku plynu. Odbočky k jednotlivým kotlům musí být instalovány v první fázi výstavby a uzavřeny armaturami. Následně bude možné pouze osadit (namontovat) kotle dle etapizace výstavby.

Provoz kotlů bude řízen automaticky za pomoci řídicího systému vyhodnocujícího teplotu vody v systému.

Účelnost osazení kotly pro celkovou potřebu tepla komplexu ÚČOV bude znovu posouzeno v dalším stupni projektové přípravy.

PS 9.3 - Teplovodní strojovna

Teplovodní strojovna bude umístěna v objektu energocentra. Technologické vystrojení strojovny bude obsahovat čerpací techniku pro cirkulaci ohřívajícího kalu, teplovodní šroubicové výměníky pro ohřev kalu, kalová potrubí, uzavírací armatury, potrubí topné vody z kotelny, výměníky a potrubní rozvody, dále bude vybavena pro ohřev pitné vody rozvodem, akumulacím ohřívacím vody dimenzovaným pro potřebu areálu SVL.

Technologické vystrojení strojovny, zejména výkonnostní parametry čerpadel, akumulacích nádrží, velikosti tepelných výměníků a světlosti potrubních tras budou navrženy v dalších stupních projektové dokumentace. Do návrhy budou zapracovány poznatky z komplexní studie tepelného hospodářství ÚČOV (kterou zpracovatel Studie navrhuje nechat vypracovat před dalším stupněm PD pro kalové hospodářství).

G.3.1.10 PS 10 – Strojní odvodnění a nakládání odvodňovaného stabilizovaného kalu

Odvodnění vyhnílého kalu bude umístěno v objektu nakládání odvodňovaného stabilizovaného kalu (SO 10 - *Objekt strojního odvodnění a nakládání odvodňovaného stabilizovaného kalu*).

Strojní odvodnění slouží k odvodňování tekutého vyhnílého kalu. Odvodnění kalu bude složeno z čerpací stanice vyhnílého kalu umístěné za čtveřicí manipulačních nádrží. Vyhnílý upravený kal bude čerpán pomocí čerpadel dále do technologického procesu na vybranou variantu odvodnění kalu.

Jako varianty pro odvodnění stabilizovaného lze využít systém sítopásových lisů, šroubové lisy, hydraulické pístové lisy a odstředivky.

V rámci technické pomoci při zpracování Studie byla vypracována „**Analýza základních variant řešení odvodnění kalu KEH ÚČOV**, Rešerše způsobů odvodnění kalu pro velké ČOV“ (únor 2023, Pražské vodovody a kanalizace, a.s.).

- V rámci této analýzy byly jednotlivé metody odvodnění kalu porovnány dle kritéria stanoveného zadavatelem, tedy dosažení maximální sušiny a tedy i minimálního objemu odváženého kalu. Druhým kritériem byla spotřeba elektrické energie, která byla zahrnuta vzhledem k plánovaným požadavkům legislativy EU (taxonomie, novela UWTD).
- Z výše uvedeného je dosažení nejvyšší sušiny zajištěno především u odstředivek a u hydraulického pístového lisu. Dle zadaných kritérií se tedy jeví jako nejvhodnější odvodňovací zařízení hydraulický pístový lis, který nabízí nízkou spotřebu energie a vysokou výstupní sušinu. U tohoto zařízení však chybí reference z provozování. Nevýhodou je také velká prostorová náročnost a hmotnost. Prověření této technologie lze částečně řešit provedením poloprovozních zkoušek, návštěvou referenčních lokalit apod. Je zde také reálná možnost, že do zahájení rekonstrukce a modernizace KEH bude více referencí a provozních zkušeností v zahraničí.
- Oproti tomu mají odstředivky vyšší spotřebu elektrické energie než šroubové lisy a kalolisy. Vzhledem k dobrým zkušenostem s odstředivkami na ÚČOV a jejich neustálé modernizaci, kdy se výrobci snaží zvyšovat jejich kapacitu a účinnost a snižovat spotřebu elektrické energie lze i toto zařízení považovat za vhodné pro budoucí odvodnění na zrekonstruované ÚČOV Praha.

V následujících stupních bude aktivně sledován vývoj v oblasti hydraulických pístových lisů, popřípadě bude provedeno poloprovozní ověření a v následujících fázích projektu bude varianta s využitím hydraulických lisů znova zvážena.

V současné chvíli se jako nejlepší možné řešení jeví využití odstředivek, z tohoto důvodu je v tomto dokumentu uvažována tato varianta.

Vyhnilý a upravený kal bude čerpán na čtveřici odstředivek (pro každou manipulační nádrž je uvažován jeden stroj o výkonu cca 40 - 80 m³/hod). V technologickém zázemí bude umístěna flokulační stanice pro přípravu flokulantu s čerpací a dávkovací technikou.

Fugát z odstředivek bude sveden do samostatné akumulární jímky fugátu, odkud bude následně čerpán, přičemž se předpokládá napojení na stávající potrubí do podzemní armaturní rozdělovací komory fugátu, ze které již vedou trubicí trasy směřující do regeneračních nádrží SVL i NVL. Rozdělování fugátu mezi regenerace linek se předpokládá jako v současnosti, tj. ve volitelném rozsahu od 0:100 do 100:0 dle technologických potřeb.

Vstup vyhnílého kalu na odstředivky by měl mít sušinu 2,5 až 4%, po průchodu odstředivkou by měla být výsledná hodnota 25 až 30 %.

Odvodněný kal z odvodňovacích odstředivek bude z prostoru odstředivkárny dopravován pomocí zakrytých vynášecích šnekových dopravníků do prostoru vně technologického celku odvodnění kalu do haly, kde bude vypadávat do přistavených kontejnerů a následně odvážen k dalšímu zpracování a likvidaci. Doprava zpracovaného kalu mezi odstředivkami a nakládkou bude podrobněji rozpracována v dalším stupni PD. Je uvažováno, že v hale pro nakládku zpracovaného kalu bude umístěno automatizované zařízení pro nakládku kalu do přistavených kontejnerů, které budou vybaveny automatizovaným posunem a tenzometrickou váhou přímo pod každým jedním kontejnerem. (Systém bude shodný s řešením viz PD „ÚČOV – doplnění hrubého předčištění před HČS“).

NÁVRH PROVOZU:

Maximální uváděná produkce VK v množství **3670 m³/d** (výpočtová hodnota s kosubstrátem).

Je uvažováno, že odvodňovací odstředivky mají být 4 a navrhuje se proto model 4+1 (pro případ havárie nebo generální opravy jedné z odvodňovacích odstředivek).

Vycházíme-li z toho, že o víkendu nebude fungovat odvoz odvodněného kalu, tak provoz odvodňovacích odstředivek by byl vždy od **pondělí 6:00 ráno do pátku 18:00** večer čili **108** hodin provozu za týden (7 dní).

Poběží-li současně všechny 4 odvodňovací odstředivky, tak výkon každé z nich by vycházel na:

$$3670 \times 7 / 4 / 108 = 59,5 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ tedy cca } 60 \text{ m}^3/\text{h}$$

Navrhují se proto odvodňovací odstředivky v počtu 4+1.

G.3.1.11 PS 11 – Ostatní technologická zařízení

Na výjezdu z areálu KEH resp. SVL bude osazena tenzometrická váha. Vážení bude sloužit ke kontrole stavu naplnění nákladních vozů resp. kontejnerů, aby nedocházelo k přetížení dopravních prostředků zajišťující odvoz veškerých médií k likvidaci. O stavu naplnění dostane obsluha vizuální i zvukový signál skrze informační panel v místě. Skrze integrovaný software budou tyto informace předávány do informačního systému provozovatele. Konstrukce váhy bude sestávat ze tří ocelových mostů s povrchovou úpravou žárového pozinkování. Váživost byla stanovena na 50 tun.

G.3.1.12 PS 14 – Fotovoltaika

V rámci Studie byla provedena simulace umístění fotovoltaických panelů pro vhodné lokality. Výsledkem simulace je mapa areálu ÚČOV s vyznačením jednotlivých vhodných ploch pro umístění fotovoltaických panelů, návrh velikosti a orientace panelů a popisu výkonu segmentů. Jednotlivé segmenty budou jako samostatné výrobní jednotky připojeny k elektrické soustavě ÚČOV.

Z hlediska realizace navržených FVE je doporučeno provedení po etapách, a to v závislosti na vývoji kompletní přestavby ÚČOV (rekonstrukce SVL, KH). Instalaci bude provádět odborná firma.

G.3.1.13 PS 15 - Příjem a příprava gastroodpadů

Budova bude vybavena automatizovaným mechanickým separátorem pro oddělení obalů a mechanických nečistot. Po smíchání s vodou je vytvořena kašovitá hmota pro další zpracování.

Zpracování gastroodpadů bude probíhat ve třech stupních:

1. Hrubý drtící systém: vstupní velikost 500 - 700 mm, velikost na výstupu z drtiče 50 mm.
2. Jemné drcení rychloběžným drtičem s výstupní velikostí méně než 3 mm. Velikost částic ovlivňuje proces rozkladu, protože menší částice mají větší povrch, což umožňuje rychlejší rozklad a vyšší produkci bioplynu.
3. Separace příměsí: obaly jsou separovány od organického odpadu; ze směsi jsou separovány sklo, igelit, kovy, pet, polyesteren, atd.

Výstupem je kašovitá hmota s obsahem vody 25-58 %, která bude pomocí čerpací techniky dopravena do centrální HAM nádrže SSK (MN4).

G.3.1.14 PS 16 - Objekt na úpravu fugátů

V rámci Studie není variantní objekt na úpravu fugátů (mimo ponechání prostorové rezervy) podrobněji řešen. Návrh technologie objektu bude v případě plánování realizace proveden v dalším stupni PD.

G.3.1.15 PS 17 - Objekt post-THP

V rámci Studie není variantní objekt post THP (mimo ponechání prostorové rezervy) podrobněji řešen. Návrh technologie objektu bude v případě plánování realizace proveden v dalším stupni PD.

G.3.2 Elektro část

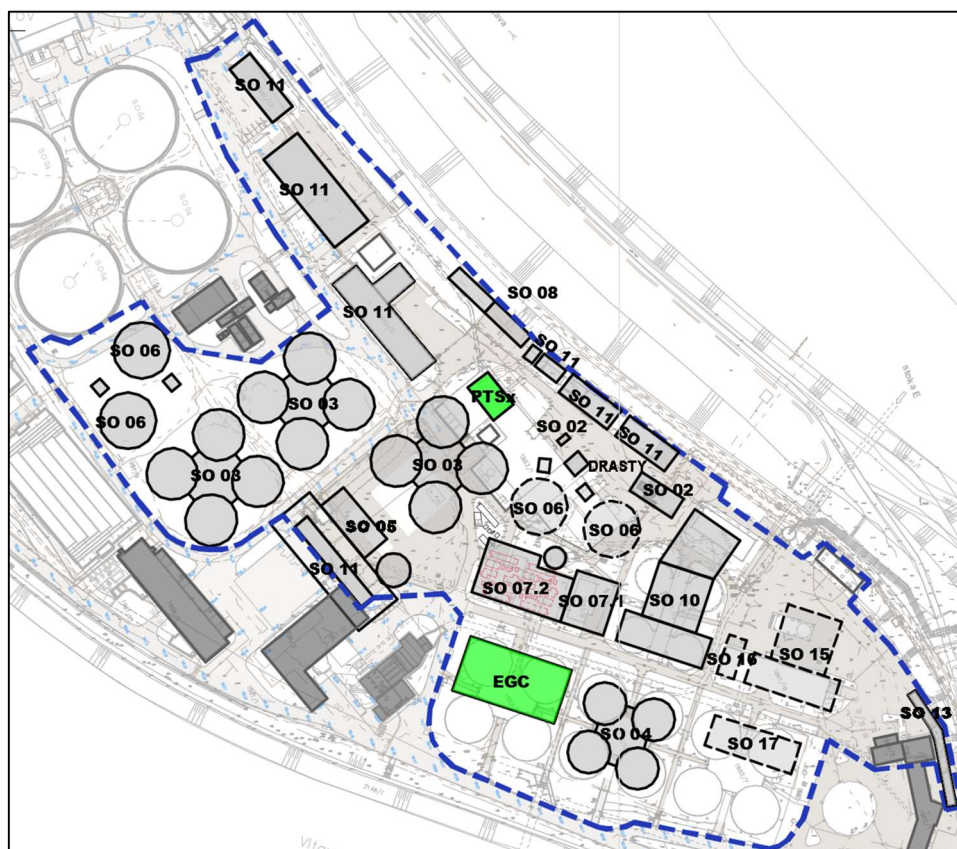
V době plánované modernizace KH bude již stávající elektrotechnologie kalového a energetického hospodářství technicky i morálně zastaralá, proto se neuvažuje s využitím stávajícího zařízení – rozvodny VN a NN. Další důvod, proč je uvažováno s náhradou stávající elektrotechnologie je fakt, že technologické zařízení navrhované v modernizaci KEH, vyžaduje nebo bude vyžadovat, připojovací podmínky kvalitativně a kvantitativně odlišné, než jsou stávající rozvodny VN a rozváděče NN schopny poskytnout. Vzhledem k dispozičnímu rozmístění nově instalované technologie je navrženo vybudovat nové EGC v místě stávajících vyhnívacích nádrží a v místě stávajícího EGC vybudovat novou rozvodnu označenou pro potřeby Studie jako PTSX. Důvodem vybudování nové PTSX je optimalizace kabelových tras vedoucích k technologii a odlehčení prostoru od kabelového vedení v oblasti stávající budovy Odstředivek.

G.3.2.1 Návrh řešení napájení kalového hospodářství

Předmětem této části Studie je návrh napájení strojní technologie dle **předpokládané** spotřeby jednotlivých technologických celků. Cílovým stavem je doporučeno úplné zrušení napěťové hladiny 6kV pro napájení elektropotřebičů nové technologie KEH. V současné době jsou jediné spotřebiče kalového hospodářství na této napěťové úrovni – zahušťovací a odvodňovací odstředivky. Proto je doporučeno nové odstředivky napájet na napěťové hladině 400 V AC. Stávající kogenerační jednotky budou v době plánované modernizace již na hraně své životnosti (instalace prvních tří kusů kogeneračních jednotek proběhla v roce 1991). Z důvodu požadavku na zrušení napěťové hladiny 6kV je doporučeno nové kogenerační jednotky instalovat v napěťové hladině 22kV. Pokud to nebude možné, je možné využít i generátory kogeneračních jednotek na napěťové úrovni 6kV, ale bude nutná instalace rozvodny 6kV a transformátorů 6kV/22kV a nevyhne se tak provozním ztrátám způsobenými transformací napětí 22/6kV.

Změna napájecího napětí kogeneračních jednotek ušetří prostor potřebný pro výkonové transformátory 22/6kV a pro rozvodnu 6kV, která již nebude potřeba. Vzhledem k výše zmíněným bodům, je uvažováno pro potřeby této Studie s kogeneračními jednotkami na napěťové hladině 22kV.

Napájení technologie kalového hospodářství je navrženo s ohledem na optimalizaci kabelových tras a přehlcení prostoru ÚČOV inženýrskými sítěmi ze dvou míst. Z nově vybudovaného EGC a nové rozvodny PTSX. Umístění objektů je znázorněno na obrázku níže (Obrázek 34).



Obrázek 34 – Umístění napájecích objektů – v cílovém stavu

Předpokládané požadavky na dodávku elektrické energie:

Stavební objekt	Popis	Instalovaný výkon	
SO02	Směsná jímka	100	kW
SO03	Vyhnívací nádrže	1 200	kW
SO04	Manipulační nádrže	400	kW
SO05	Objekt zahušťování kalů	1 000	kW
SO06	Plynojemy	100	kW
SO07	Úpravna bioplynu	100	kW
SO08	Hořáky zbytkového plynu	50	kW
SO09	Energocentrum ÚČOV	5 000	kW
SO10	Objekt nakládání odvodněného stabilizovaného kalu	800	kW
SO15	Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů	300	kW
SO11	Ostatní servisní budovy	240	kW
SO16	Objekt na úpravu fugátů	100	kW
SO17	Objekt post - THP	50	kW

Tabulka 35 – Předpokládané požadavky na dodávku EN pro jednotlivé SO

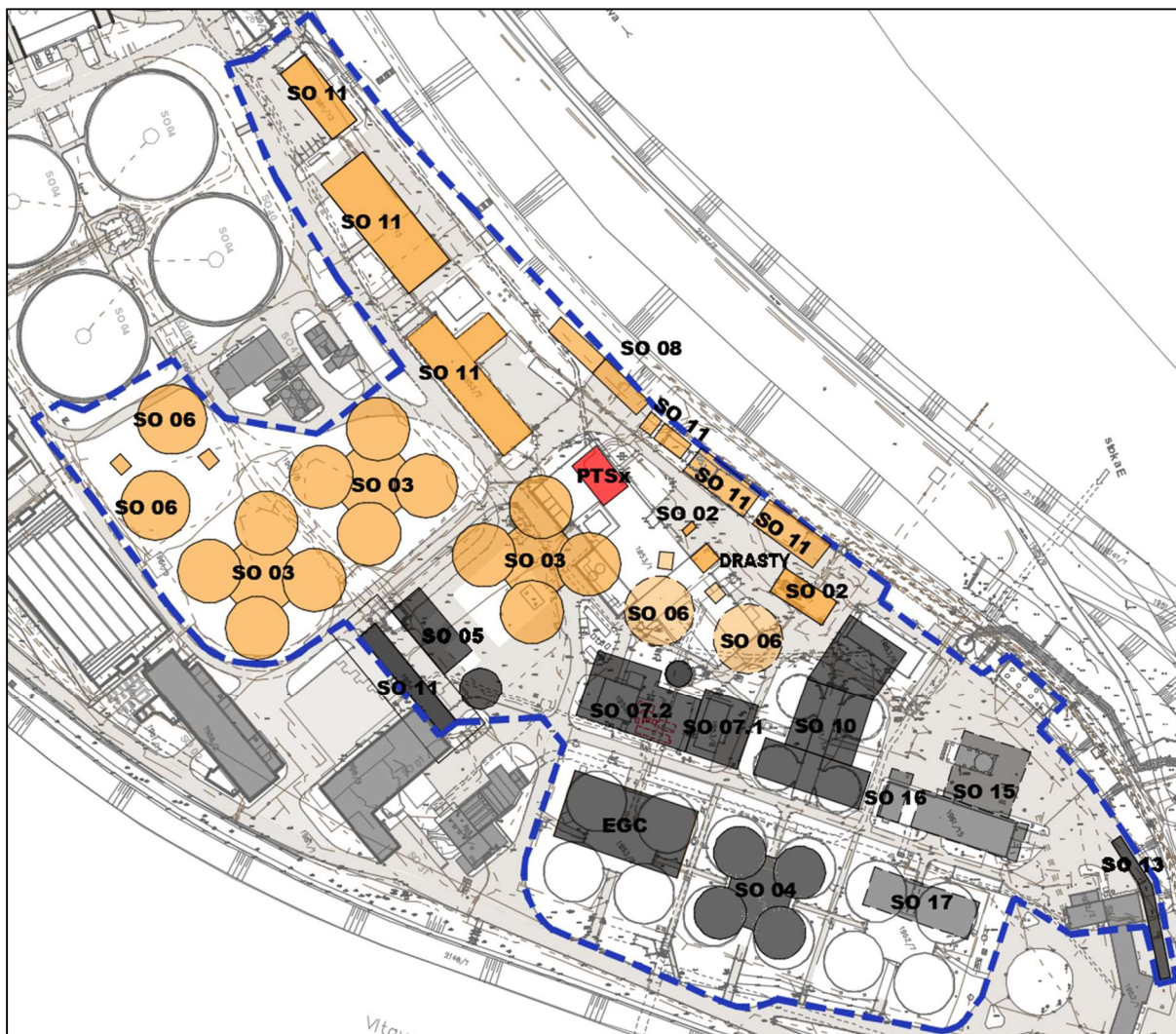
V dalším stupni dokumentace se můžou výše zmíněné spotřeby na základě přesnějších hodnot vybraných zařízení zásadně změnit.

Prostor kalového hospodářství je navrženo dispozičně rozdělit z pohledu dodávky el. energie do dvou částí. Rozdělení je výhodné zejména z důvodu optimalizace kabelových tras na úrovni NN a využití vybudované okružní páteřní sítě 22kV - viz. [příloha č. 2.7 - Přehledové schéma napájení – návrhový stav](#).

Západní část, pod kterou spadá napájení objektů:

- SO2 – Směsná jímka
- SO3 – Vyhnívací nádrže
- SO6 – Plynojemy
- SO8 – Hořáky zbytkového plynu
- SO11 – Ostatní servisní budovy (orientované západně)

Na obrázku níže (Obrázek 35) je západní část označena oranžově.



Obrázek 35 – Rozdělení prostoru KH z pohledu dodávky EN – západní část

Východní část:

- SO4 – Manipulační nádrže
- SO5 – Objekt zahušťování kalu
- SO7 – Úprava bioplynu
- SO10 – Objekt nakládání odvodněného stabilizovaného kalu
- SO11 – Ostatní budovy a objekty
- SO15 – Objekt příjmu a úpravy gastroodpadů
- SO16 – Objekt na úpravu fugátů
- SO17 – Objekt post - THP

Na obrázku níže (Obrázek 36) je východní část označena oranžově.



Obrázek 36 - Rozdělení prostoru KH z pohledu dodávky EN – východní část

G.3.2.2 Návrh napájení technologie v západní části prostoru kalového hospodářství

Západní část je navrženo napájet z nově vybudované rozvodny PTSX, v režii modernizace kalového hospodářství, umístěné v tomto prostoru. Prostor stávajícího EGC je vhodný pro umístění nové rozvodny, jelikož se nachází v blízkosti „západní technologie“ a zároveň v blízkosti okružové páteřní sítě, která vznikne při rekonstrukci SVL.

Přehledové schéma napájení je znázorněno v příloze 2.7. - Přehledové schéma napájení – navrhovaný stav.

G.3.2.2.1 Napájení z nového objektu PTSX

Rozvodna 22kV v novém objektu PTSX bude napájena z rozvodny R1 umístěné v HČS. Okružní linka 22kV povede z nové rozvodny existující kabelovou trasou do PTS1. Do místa nového umístění EGC povede kabelová trasa částečně v nově vybudované okružové páteřní síti. V části trasy lze využít stávající kabel vedoucí z PTS2 do EGC.

Jednotlivé vývody je doporučeno rozdělit rovnoměrně do dvou částí, které budou navzájem propojitelné podélnou spojkou přípojníc.

Nová rozvodna 22kV bude obsahovat minimálně vývody pro:

- Přívod napájení z HČS (2 pole)
- Vývod pro PTS1 (1 pole)
- Vývod pro nově umístěné EGC (1 pole)
- Vývody pro napájení dvojice transformátorů 22/0,4kV (2 pole)

Návrh rozvodny 22kV bude v souladu se studií „Koncepce napájení ÚČOV a souvisejících staveb“ z roku 2020.

Nový objekt bude vybaven dvojitými transformátory 22/0,4kV, které doporučujeme použít suché epoxidové a umístit je do vnitřní části objektu. Transformátory budou navrženy tak, aby v případě odstávky nebo výpadku jednoho z transformátorů byl druhý transformátor schopen pokrýt veškerou spotřebu objektu na hladině 0,4kV. Předpokládaný výkon transformátorů je s ohledem na předpokládanou spotřebu navržen na 2 x 2,4MVA.

Nový objekt bude vybavený rozvodnou NN 0,4kV. Počet polí rozvodny bude navržen v dalším stupni dokumentace dle detailních podkladů strojní technologie. Rozvodna bude rozdělena do dvou částí, které budou navzájem propojitelné podélnou spojkou přípojníc.

Z NN rozvodny budou napájeny tyto objekty, spotřeby jsou pouze orientační (pro potřeby studie):

Stavební objekt	Popis	Spotřeba instalovaná	
SO02	Směsná jímka	100	kW
SO03	Vyhnívací nádrže	1200	kW
SO06	Plynojemy	100	kW
SO08	Hořáky zbytkového plynu	50	kW
SO11	Ostatní servisní budovy (v západní části)	240	kW

Tabulka 36 - Seznam objektů napájených z NN rozvodny v novém objektu PTSX

Návrh NN rozvodny bude v souladu se studií „Koncepce napájení ÚČOV a souvisejících staveb“ z roku 2020.

G.3.2.3 Návrh napájení technologie ve východní části prostoru kalového hospodářství

Východní část je navrženo napájet z nového umístění EGC.

V okamžiku vybudování a vybavení nového EGC již nebudou pro napájení technologie kalové koncovky potřeba rozvodny v objektech PTS2 a PTS4.

Tyto prostory mohou být využité za jiným účelem.

Přehledové schéma napájení je znázorněno ve výkrese: [2.7. - Přehledové schéma napájení – navrhovaný stav](#).

G.3.2.3.1 Napájení z nového EGC

S ohledem na využití stávající rozvodny pro částečný provoz kalového hospodářství v době modernizace a s přihlédnutím ke stáří stávající technologie navrhujeme vybavení EGC novou rozvodnou 22kV. Rozvodna bude napájena z nového objektu rozvodny vybudované pro potřeby napájení „západní části“. Okružní linka 22kV povede z EGC do objektu PTS7 vystavěného během rekonstrukce SVL.

Vývody rozvodny 22kV je doporučeno rovnoměrně rozdělit do dvou částí, které budou navzájem propojitelné podélnou spojkou přípojníc.

Nová rozvodna v EGC bude obsahovat minimálně vývody pro:

- Přívod napájení z nového objektu (1 pole)
- Vývod pro PTS7 (1 pole)
- Vývod pro kogenerační jednotky (5 polí – bude upřesněno v dalším stupni dokumentace)
- Vývody pro napájení dvojice transformátorů 22/0,4kV (2 pole)

Návrh rozvodny 22kV bude v souladu se studií „Koncepte napájení ÚČOV a souvisejících staveb“ z roku 2020.

EGC bude vybavené dvojicí transformátorů 22/0,4kV. Doporučujeme použít suché epoxidové transformátory umístěné uvnitř objektu.

Transformátory budou navrženy tak, aby v případě odstávky nebo výpadku jednoho z transformátorů byl druhý transformátor schopen pokrýt veškerou spotřebu objektu na hladině 0,4kV. Předpokládaný výkon transformátorů je s ohledem na předpokládanou spotřebu navržen na 2 x 4,2MVA.

Návrh transformátoru bude v souladu se studií „Koncepte napájení ÚČOV a souvisejících staveb“ z roku 2020.

EGC bude vybavené rozvodnou NN 0,4kV. Počet polí rozvodny bude navržen v dalším stupni dokumentace dle detailních podkladů strojní technologie. Rozvodna bude rozdělena do dvou částí, které budou navzájem propojitelné podélnou spojkou přípojníc.

Z NN rozvodny budou napájeny tyto objekty, spotřeby jsou pouze orientační (pro potřeby studie):

Stavební objekt	Popis	Spotřeba instalovaná	
SO04	Manipulační nádrže	400	kW
SO05	Objekt zahušťování kalu	1000	kW
SO07	Úpravna bioplynu	100	kW
SO10	Objekt nakládání odvodněného stabilizovaného kalu	1600	kW
SO15	Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů	300	kW
SO16	Objekt úpravy fugátů	100	kW
SO17	Objekt post – THP	50	kW

Tabulka 37 - Seznam objektů napájených z NN rozvody v objektu nového EGC

Návrh NN rozvodny bude v souladu se studií „Koncepce napájení ÚČOV a souvisejících staveb“ z roku 2020.

G.3.3 Měření a regulace

Řídicí a informační systém (ŘIS) bude zajišťovat centralizované sledování a řízení provozu technologie modernizovaného kalového hospodářství.

Vzhledem k omezené kapacitě procesních stanic a k předpokládané možné budoucí modifikaci technologie (dostatečná rezerva) je navrženo rozdělení kalového hospodářství do třech redundantních procesních stanic, které pomocí jednotek vzdálených vstupů a výstupů (RIO jednotky) budou ovládat technologii. Při návrhu umístění a rozsahu zpracování signálů jednotlivými RIO stanicemi je vhodné uvažovat i redundanci v rámci technologického zařízení, tj. technologické zařízení, které se opakuje (např. vyhnívací nádrže, plynojemy apod.) nesdružovat do jedné stanice RIO. Toto rozdělení do jednotlivých RIO stanic bude předmětem dalších projekčních stupňů.

Rozdělení vlastní technologie do redundantních procesních stanic:

- Akumulace a stabilizace surových kalů
- Odstředování kalů a kalová koncovka
- Bioplynové hospodářství

Při finálním návrhu je třeba uvažovat minimalizaci komunikačních vazeb mezi jednotlivými procesními stanicemi navzájem.

Výše zmíněné procesní stanice budou propojené do páteřové optické komunikační sítě Industrial Ethernet 10Gbit/s.

G.3.3.1 Souhrn základních požadavků v souladu s Konceptí ASŘTP ÚČOV

- Topologie ASŘ (automatický systém řízení) musí podporovat centralizaci operátorské části do společného velínu.
- Realizaci celého ASŘ pro celou ÚČOV na bázi otevřeného řídicího systému kategorie DCS.
- Pro komunikační rozhraní využít výhradně celosvětových standardů Profinet, OPC, OPC UA, Modbus TCP/IP, IEC 61850, IEC 60870-101/104. Systém nesmí obsahovat žádné proprietární komunikace výrobce ani uzavřený systém tvorby aplikačního SW.
- Výsledný systém musí zahrnout řízení všech technologických uzlů, včetně části automatizace budov, tedy topení, větrání a klimatizace.
- Celé řešení musí respektovat podmínku unifikace použitého HW i SW. Toto povede k zásadnímu snížení nároků na činnost údržby, nutné množství náhradních dílů skladem a v neposlední řadě bude klást menší nároky na znalosti pracovníků obsluhy a údržby.
- Systém musí vykazovat zvýšenou robustnost při případně vzniklé poruchy. Toto bude dosaženo jednak redundancí kritických částí celého systému, od polní instrumentace a řízených pohonů, přes moduly I/O, komunikační sítě připojení modulů I/O k automatizačním stanicím, procesorů automatizačních stanic, serverů operátorské úrovně až po redundantní komunikační síť, propojující automatizační stanice a servery operátorské úrovně. Z důvodů možnosti potřebné redundance budou moduly I/O realizovány zásadně pomocí tzv. decentralních periférií.
- Systém musí být navržen tak, aby podporoval virtualizaci.
- Systém musí umožňovat přístup k provozním obrazovkám a historickým datům pomocí vzdáleného přístupu včetně mobilních zařízení.
- Celý systém musí být navržen tak, aby umožňoval realizaci úprav za provozu, a to jak v oblasti HW (výměna vadných komponent za chodu), tak i v oblasti uživatelského SW.
- Při návrhu celého systému musí být brán zřetel na možnost archivace dat, a to jak na lokálním, tak i na externím archivačním serveru.
- Architektura Systému musí být navržena s respektováním podmínek IT security IEC 62443.

G.3.3.2 Programové vybavení

Procesní stanice ŘIS budou dodány a naprogramovány tak, aby splňovaly provozní požadavky dodané technologie. Každá procesní stanice bude provádět automatické a autonomní řízení připojeného technologického zařízení ve shodě s blokovacími podmínkami, bezpečnostními funkcemi, měřenými stavy a parametry, uloženými žádanými hodnotami, poruchovými mezemi a řídicími sekvencemi, a bude generovat náležité řídicí výstupy.

Obsluha bude ovládat technologický proces z ŘIS pomocí funkcí individuálního nebo automatického řízení, pokud bude příslušné zařízení/pohon předvoleno místním režimovým přepínačem „místně-0-dálkově“. Individuálním řízením se rozumí jednotlivé ruční dálkové řízení každého zařízení/pohonu z

obrazovky. Automatické řízení zahrnuje skupinovou manipulaci se zařízením/pohonem a automatizované funkce, které zařízení/pohon využívají na závislosti na operátorském navolení. ŘIS bude koncipován jako otevřený, který umožní po skončení záruky jeho úpravy a změny i jinými subjekty než tvůrcem programového vybavení. Zákazníkovi bude předána zdrojová verze veškerého SW.

G.3.3.3 Vstupně/výstupní jednotky

Vstupně/výstupní jednotky budou řešeny následujícím způsobem:

- analogové vstupy proudové 4-20 mA,
- analogové výstupy proudové 4-20 mA,
- digitální vstupy 24 V DC, napájené ze zdroje v rozváděči procesní stanice, spínané galvanicky volnými kontakty navazujícího zařízení
- digitální výstupy 24 V DC, napájené ze zdroje v rozváděči procesní stanice, pro oddělení cizích napětí s pomocnými výstupními relé (viz níže).

Doporučené komunikační rozhraní pro strojně-technologická s elektrotechnologická zařízení, vzduchotechniku a topení je PROFINET. Bude přenášet veškeré dostupné veličiny a bude umožňovat ovládání zařízení včetně nastavování provozních parametrů. Pro systém elektrického dozoru je požadována komunikace s protokolem IEC 61850.

Minimální konfigurací přenášených (komunikovaných) signálů jsou veškeré veličiny, které lze zobrazit nebo nastavit na místním ovládacím panelu daného zařízení.

Pro připojení digitálních vstupů z rozváděčů elektrotechnologické části a strojní části k procesním stanicím ŘIS bude použito napětí 230 V AC, resp. 110V DC a pomocná vstupní relé, umístěná v rozváděčích procesních stanic ŘIS. V případě nutnosti použití malého napětí bude použito galvanicky oddělené stejnosměrné napětí 24 V DC a pomocná vstupní relé, umístěná v rozváděčích procesních stanic ŘIS. Pověly z procesních stanic ŘIS na akční členy budou vysílány přes pomocná výstupní relé, umístěná v rozváděčích procesních stanic ŘIS.

Veškeré vstupy a výstupy ŘIS, které jsou vedeny mimo budovy, musí být opatřeny přepětovými ochranami nebo zvláštním galvanickým oddělením. Metalické komunikační sběrnice, které jsou vedeny mimo budovy, budou opatřeny datovými přepětovými ochranami.

Procesní stanice ŘIS včetně napájecích zdrojů, relé, pomocných a rozjišťovacích obvodů a svorkovnic budou umístěny v rozváděčových skříních a krytím alespoň IP54 s vnitřním osvětlením, temperováním a zásuvkovým rozvodem. Z rozváděčů procesních stanic ŘIS bude zajištěno rovněž napájení připojených měřicích obvodů.

G.3.4 Řídicí systém (SCADA)

Řízení technologie kalové koncovky bude řešeno z Centrálního velínu ÚČOV (ozn. CCR) z důvodu zajištění uceleného přehledu o stavu řízených technologií na ÚČOV Praha. Společné pracoviště operátorů učiní komunikaci osob podílejících se na řízení technologických celků efektivnější. Při běžném provozu přispěje celistvý pohled na technologie ÚČOV Praha k efektivnější volbě zásahů operátora a následně k vyšší optimalizaci provozu. V krizových situacích bude mít operátor k dispozici veškeré informace pro rozhodování a bude schopen provést krizové řízení veškerých dotčených technologií ÚČOV Praha.

H. ENERGETICKÁ BILANCE ÚČOV A VARIANTY VYUŽITÍ ENERGETICKÉHO POTENCIÁLU

H.1 VÝVOJ ENERGETIKY

Evropská energetika a zejména energetika spojená s elektřinou podstupuje zásadní a strukturální transformaci a její podoba se velmi dynamicky mění. Tento proces již začal liberalizací trhu s energiemi a je nevratný. Paralelně s liberalizací energetického trhu vstupují v platnost požadavky na dekarbonizaci energetiky jako jednoho z největších producentů skleníkových plynů. Tyto změny jsou doprovázeny nárůstem cen za silovou elektřinu a lze předpokládat, že i v budoucnu dojde k navyšování plateb za služby spojené s distribucí elektrické energie.

Změny v evropské energetice jsou vyvolány následujícími faktory:

- liberalizace energetického trhu,
- závazek uhlíkové neutrality, Green deal,
- rozvoj obnovitelných zdrojů (energetický mix, fotovoltaika, větrné elektrárny),
- energetická bezpečnost, nezávislost, soběstačnost.

Přechod na „novou“ energetiku znamená zásadní výzvy pro společnosti, jejichž činnost je svázána s dodávkami energií ať už z pozice spotřebitele, tak výrobce. Správce infrastrukturního vodohospodářského majetku HMP (PVS) a jeho provozovatel (PVK) se mezi tyto společnosti jednoznačně řadí a její činnost bude ovlivněna transformací evropské energetiky.

Podrobněji je vývoj evropské energetiky a koncept energetického managementu a monitoringu je zpracován v samostatné studii *„Koncept energetického managementu a energetického monitoringu infrastruktury a technologií provozů (zpracovatel: Prague Advanced Technology and Research Innovation Center, a.s.)“*.

H.2 CÍL – ENERGETICKÁ OPTIMALIZACE ÚČOV JAKO CELKU

V rámci Studie je řešeno využívání energetických zdrojů z kalového hospodářství (tj. produkce bioplynu, a s ním související výroba tepla a elektrické energie, úprava bioplynu na biometan, využití tepla z vyhnívání kalů). V rámci komplexního pohledu na energetické hospodářství ÚČOV byly posouzeny a zahrnuty do celkové bilance také další potencionální zdroje energie, které s kalovým hospodářstvím nesouvisí. Jedná se především o nízkopotenciální teplo z vyčištěných odpadních vod, fotovoltaiku a malé vodní elektrárny.

Hlavním zdrojem energie je bioplyn, který vzniká při procesu anaerobní stabilizace separovaných kalů. Může být využíván pro výrobu elektřiny a tepla na kogeneračních jednotkách, výrobu tepla v kotelně, nebo upravován na biometan a dodáván do plynárenské sítě. Pro návrh cílového stavu kalového a energetického hospodářství jsou ve Studii koncepčně uvažovány zatím maximalistické varianty produkce bioplynu dosažitelné pravděpodobně v horizontu let 2040 - 2050. Řešení objektů a technologického vybavení je v této fázi navrženo tak, aby umožňovalo zpracovávat veškerou produkci bioplynu výlučně na kogeneračních jednotkách, resp. bioplyn upravovat na biometan až do objemu 12 mil. Nm³ za rok.

Hlavním cílem této části Studie je poskytnout nástroje k rozhodování o využívání energie (a to především bioplynu) do zahájení rekonstrukce Kalového hospodářství, v jejím průběhu a dále v následujících letech v následujících letech s výhledem do roku 2050. Predikce vývoje produkce energií a jejich využívání je popsána v kapitole H.3.

Důležitým rozhodovacím faktorem je a bude vývoj cen energií, v tomto případě ceny elektrické energie a zemního plynu, resp. výkupní ceny biometanu jako jeho ekvivalentu. Pro možnost porovnat využití vlastních zdrojů energie na straně jedné a ve vazbě na vlastní spotřebu energií na straně druhé byl zpracován model hospodaření s energiemi, který je uvedený v [samostatné příloze č. 8 - Model energetické bilance ÚČOV](#).

Efektivním a co nejhospodárnějším využívání energetického potenciálu ÚČOV je nezbytné s zabývat i v dalších stupních investorské a projektové přípravy, Nedílnou součástí tohoto procesu musí být i řešení energetického managementu a monitoringu (charakteristika uvedena v kapitole H.5).

H.3 VÝVOJ ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ÚČOV

H.3.1 Vývoj produkce a zpracování bioplynu

H.3.1.1 Bioplyn v období do modernizace Kalového hospodářství

Produkce bioplynu celkem se v letech 2017–2022 pohybovala v rozmezí 14,8 – 17,4 mil. Nm³, s průměrem 15,8 mil. Nm³. Převážná část disponibilního objemu bioplynu byla využita pro výrobu elektrické energie a tepla využívaného pro ohřev kalů ve vyhřívacích nádržích. Při průměrné spotřebě bioplynu pro kogenerační jednotky v těchto letech 14,6 mil. Nm³ bylo za toto období vyrobeno v průměru 33 510 MWh elektrické energie a teoreticky mohlo být získáno přibližně 41 887,5 MWh tepelné energie.

Produkce a spotřeba BP 2017 - 2022

Rok	Objem čištěných odpadních vod v m ³ /rok	Vývin	Únik	Spotřeba			Likvidace
		Vývin celkem v Nm ³ /rok	Únik celkem v Nm ³ /rok	MG celkem v Nm ³ /rok	Kotle celkem v Nm ³ /rok	Celkem celkem v Nm ³ /rok	HZP celkem v Nm ³ /rok
2017	109 602 604	14 810 698	6 814	12 854 963	1 362 196	14 217 159	593 539
2018	99 918 411	16 285 510	10 483	15 134 452	793 302	16 275 026	347 273
2019	103 812 561	17 358 766	1 642	15 744 308	1 134 789	16 879 097	478 027
2020	102 529 340	15 063 150	3 162	14 590 607	420 941	15 011 548	48 440
2021	109 590 400	15 045 829	1 422	14 093 656	919 041	15 012 697	31 710
2022	105 409 916	16 643 924	1 209	15 559 127	961 913	16 521 040	121 655
průměr	105 143 872	15 867 979	4 122	14 662 852	932 030	15 652 761	270 107
% podíl			0,026	92,405	5,874	98,644	1,702

Tabulka 38 – Statistika produkce a spotřeby bioplynu v letech 2017-2022

Hodnocené období zahrnuje období dokončování stavby NVL a její uvedení do zkušební provozu (2017 a 2018), zkušební provoz (2019–2021) se souběžným provozem NVL a SVL a první rok trvalého provozu NVL, opět v souběhu s SVL (2022). Při souběhu obou vodních linek jsou přiváděné odpadní vody čištěny mechanicky, resp. mechanicko-chemicky, až do přítoku 11,2 m³/s, z toho biologicky až 8,2 m³/s.

Hodnocené období bylo poznamenáno především v roce 2020 dopadem COVIDu 19 na snížení produkce odpadních vod a tím i na objem produkovaných kalů. Doběh se projevil ještě v roce 2021. Teprve rok 2022 se blíží stavu „před COVIDem“, ale ani v tomto roce nebyla plně obnovena spotřeba pitné vody a tím i produkce odpadních vod před tímto obdobím. Obdobný stav je možné očekávat v roce 2023, nejvýše v první polovině roku 2024. Po tomto období bude produkce bioplynu velice pravděpodobně ovlivněna dalšími etapami modernizace a rekonstrukce ÚČOV zahajovanými v průběhu druhé poloviny roku 2024.

Nejprve to bude modernizace a rekonstrukce Stávající vodní linky (SVL), při které budou veškeré odpadní vody čištěny pouze na Nové vodní lince (NVL). Zahájení stavby bude předcházet proces odstavování

SVL z provozu, který bude trvat 10 měsíců a ukončen bude pravděpodobně v polovině roku 2024. Přerušení provozu SVL bude trvat zhruba do poloviny roku 2028. V tomto období je možné předpokládat nižší produkci kalů, s dopadem do produkce bioplynu. Z přiváděných odpadních vod bude v tomto období čištěno mechanicko-chemicky až 7,1 m³/s, biologicky až 4,1 m³/s, přičemž po dobu 1 hodiny může být při dešťových událostech zvýšeno hydraulické zatížení biologické části až na až 6 m³/s po dobu jedné hodiny.

Po dokončení SVL a jejím zapracování je možné už v průběhu zkušebního provozu předpokládat, že produkce kalů a bioplynu bude přibližně stejná nebo mírně vyšší než v současném období. Zásadní zvýšení produkce bioplynu je potom možné reálně očekávat až po modernizaci a rekonstrukci Kalového hospodářství, především jeho vyhnívacích nádrží.

Pro období do ukončení modernizace SVL je tedy možné vycházet z reálné produkce bioplynu 15 mil. Nm³/rok s tím, že za příznivých podmínek může být dosaženo roční produkce až 17 – 17,5 mil. Nm³. Z toho bude cca 1 mil. Nm³/rok spotřebován pro přímou výrobu tepla pro potřeby areálu ÚČOV v kotelně, zařízení na úpravu bioplynu na biometan (před dalším rozšířením kapacity) bude schopno zpracovat až 2 mil. Nm³/rok bioplynu a zbývající množství bude možné zpracovat na KGJ pro výrobu elektrické energie a tepla pro ohřev kalů ve vyhnívacích nádržích.

H.3.1.2 Bioplyn v období během a po ukončení modernizace Kalového hospodářství

Zvýšení produkce bioplynu jako zdroje obnovitelné energie je jedním z významných důvodů pro realizaci modernizace a rekonstrukce Kalového hospodářství. V kap. C.5.1 Predikce produkce kalů a bioplynu je popsán předpokládaný vývoj obou parametrů založený na prognóze vývoje počtu obyvatel hlavního města Prahy a tomu odpovídajícímu objemu znečištění odpadních vod. Posouzení je zpracováno pro období let 2021–2050 a v tomto posouzení se opírá pouze o předpokládaný vývoj objemu znečištění bez ohledu na okamžitou kapacitu komplexu Kalového hospodářství.

Jednotlivé etapy, které určují vývoj produkce bioplynu a možnosti jeho využití potom jsou:

1. Současný stav – reálná produkce 15 mil. Nm³, maximální produkce 17,5 mil. Nm³
 - a. do 10/2023 včetně ¹
 - b. zaručený objem 15 mil. Nm³, maximální objem 17,5 mil. Nm³
2. Od vlastního zahájení odstavování SVL z provozu, po dobu odstavení SVL až do jejího zapracování v délce 3 měsíce po zahájení zkušebního provozu
 - a. 11/2023–07/2028
 - b. zaručený objem 15 mil. Nm³, maximální objem 17 mil. Nm³

¹ První měsíc odstavování SVL probíhají především přípravné práce bez přímých zásahů do provozu SVL.

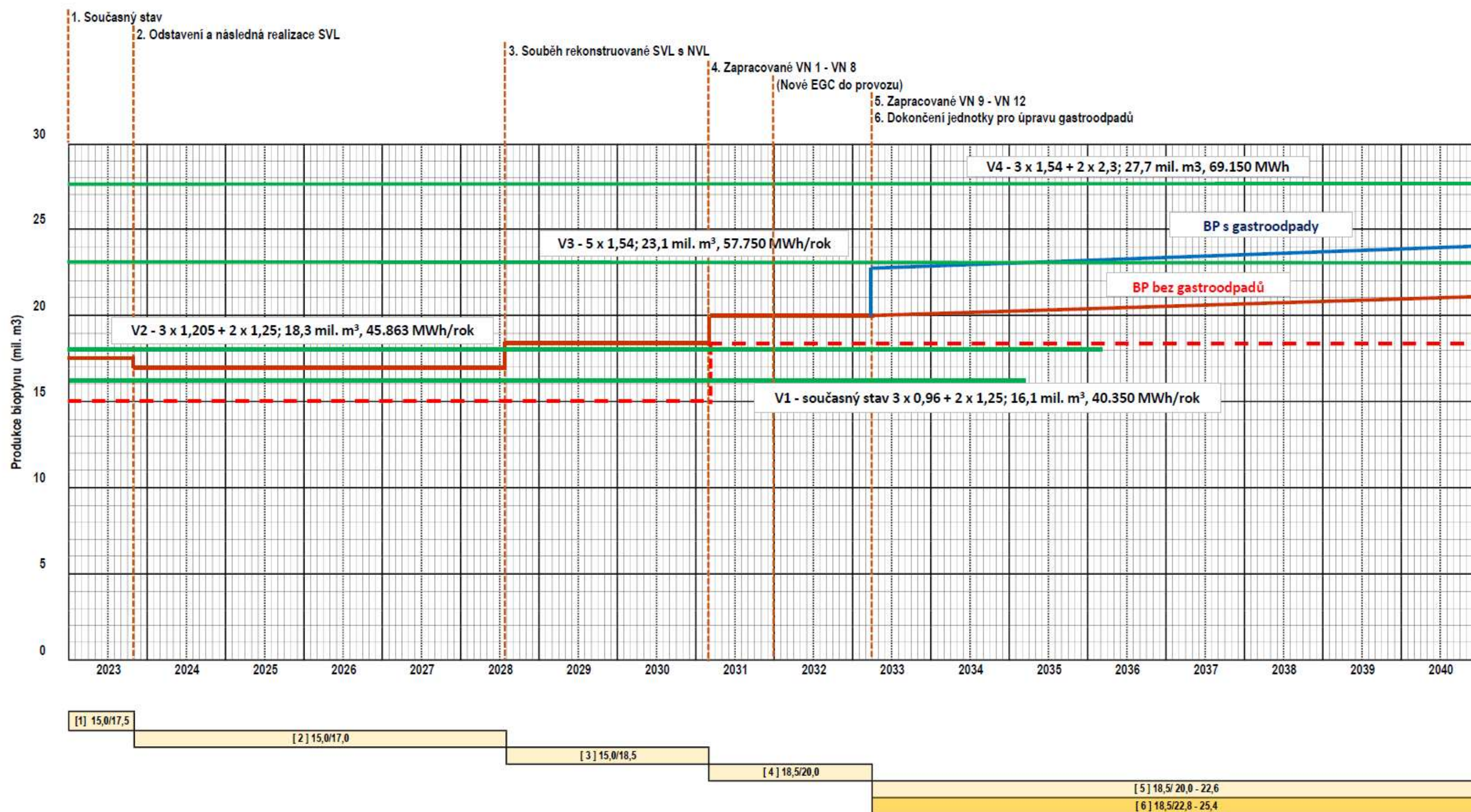
3. Souběh NVL a rekonstruované SVL, do uvedení do provozu a zapracování vyhnívacích nádrží V1 – V8
 - a. 08/2028-02/2031
 - b. zaručený objem 15 mil. Nm³, maximální objem 18,5 mil. Nm³
4. Souběh NVL a rekonstruované SVL, do uvedení do provozu a zapracování vyhnívacích nádrží V9 – V12
 - a. 02/2031-03/2033
 - b. zaručený objem 18,5 mil. Nm³, maximální objem 20 mil. Nm³
5. Dtto, předpoklad k roku 2050, bez gastroodpadů
 - a. 03/2033-12/2050
 - b. zaručený objem 18,5 mil. Nm³, maximální objem 22,6 mil. Nm³
6. Po dokončení a uvedení do provozu jednotky pro přípravu gastroodpadů
 - a. 02/2031-03/2033
 - b. zaručený objem 18,5 mil. Nm³, maximální objem 22,8 mil. Nm³
7. Dtto, předpoklad k roku 2050, s gastroodpady
 - a. 04/2033-12/2050
 - b. zaručený objem 18,5 mil. Nm³, maximální objem 25,4 mil. Nm³

Vývoj předpokládané produkce bioplynu v čase je znázorněn v - *Graf produkce bioplynu a výroby elektrické energie na KGJ* (Obrázek 37). Na stejném obr. jsou k produkci bioplynu přiřazeny varianty vystrojení energocentra kogeneračními jednotkami, resp. motorgenerátory stanovené v kap. G.3.1.9 - *PS 09.1 Kogenerační jednotky*.

Z grafického znázornění je zřejmé, že při posílení současného vystrojení podle var. 2 budou kogenerační jednotky v kombinaci s jednotkou pro úpravu bioplynu na biometan schopny využít veškerý vyprodukovaný bioplyn až do roku 2031, kdy podle současného časového plánu bude uvedeno do provozu nové energocentrum s vystrojením podle var. 3. V praxi je mimo výše uvedených hodnot mezní spotřeby bioplynu pro jednotlivé varianty třeba počítat s tím, že za obvyklých podmínek bude přibližně 1 mil. Nm³/rok bioplynu spotřebován na vytápění areálu prostřednictvím kotelny.

Další předpokládaný vývoj bude třeba upřesnit v další etapě projektové a inženýrské přípravy s přihlédnutím ke skutečné produkci bioplynu po zapracování VN1 – VN8 a mimo jiné s přihlédnutím k uvažovanému doplnění technologické linky kalového hospodářství o zpracování gastroodpadů.

Produkce bioplynu a výroba elektrické energie na KGJ



Obrázek 37 - Graf produkce bioplynu a výroby elektrické energie na KGJ

H.3.1.3 Bioplyn – shrnutí

Získaný bioplyn bude tedy i v budoucnu využíván jednou ze tří možných forem:

1. pro výrobu elektrické energie a tepla spalováním na kogeneračních jednotkách,
2. úpravou na biometan s jeho dodáváním do plynovodní sítě,
3. pro výroby tepla pro vytápění objektů v areálu ÚČOV prostřednictvím areálové kotelny.

Rozhodující pro další úvahy o využití bioplynu jedním z těchto tří způsobů bude:

- Vývoj cen energií, v tomto případě ceny elektrické energie a zemního plynu, resp. výkupní ceny biometanu jako jeho ekvivalentu.
- Využitelnost tepla získaného při výrobě elektrické energie na kogeneračních jednotkách (nebo turbínách), které při určité produkci elektrické energie překročí potřebu tepla pro provoz vyhnívacích nádrží.
- Budoucí řešení vytápění objektů v areálu ÚČOV, eventuálně bez spalování bioplynu v kotlích.
- Svoji roli z hlediska využití tepelné energie získané při výrobě elektrické energie budou velice pravděpodobně hrát i klimatické jevy a z nich vyplývající potřeba tepla jak pro technologické procesy, tak pro vytápění objektů.

Věcný a časový plán užívání, resp. modernizace a rozšíření zařízení na využití bioplynu je třeba dále posuzovat ve dvou hlavních etapách:

- **Etapu A** – od současnosti do doby zahájení a realizace modernizace Kalového hospodářství, resp. do doby uvedení do provozu a zapracování první ucelené části přestavby zahrnující alespoň 2/3 objemu modernizovaných vyhnívacích nádrží.
- **Etapu B** – období od uvedení do provozu a zapracování první ucelené části zahrnující modernizaci vyhnívacích nádrží (skupina A a B) až po dokončení plné modernizace vyhnívacích nádrží a jejich uvedení do trvalého provozu. (doplnění o skupinu C).
- V etapě B bude vývoj produkce bioplynu a jeho využití významně ovlivněn rozhodnutím, zda budou na ÚČOV zpracovávány gastroodpady a pokud ano, v jakém rozsahu.

H.4 VARIANTNÍ VYUŽITÍ ENERGETICKÉHO POTENCIÁLU

Pro možnost přehledného porovnání různých kombinací využívání energetických zdrojů ÚČOV byl v rámci studie vytvořen zjednodušený model variantního využití bioplynu pro výrobu elektrické energie a tepla nebo pro úpravu na biometan s odhadem dopadů do finančního hospodaření komplexu ÚČOV. Model je uveden v samostatné [příloze č. 8 - Model energetické bilance ÚČOV](#).

H.5 ENERGETICKÝ MANAGEMENT A MONITORING

Realizace energetického monitoringu a managementu na čistírně odpadních vod je nezbytným krokem k optimalizaci spotřeby energie a snižování nákladů na provoz, a tedy i k nezbytným předpokladem k plnění požadavků připravované revize Směrnice 91/271/EHS, jejíž návrh aktuálně prochází odbornou diskuzí. Konkrétně se jedná o bod 5 tohoto návrhu (Energetická neutralita ČOV), a to včetně v tomto bodě definovaných požadavků na Energetické audity PČOV.

Cílem definovaným v bodě 5 je dosažení toho, aby spotřeba energií v celém odvětví PČOV byla kryta z obnovitelných zdrojů na PČOV z následujícího podílu:

- 50% do 31.12. 2030
- 75% do 31.12. 2035
- 100% do 31.12. 2040

Pro dosažení cíle energetické neutrality budou vyžadovány energetické audity u všech PČOV nad 10 000 EO, s tím, že první audity se provádějí pro městské ÚČOV nad 100 000 EO a jejich kanalizace do 31.12. 2025 s periodou opakování každé 4 roky.

H.5.1 Energetický monitoring

Cílem energetického monitoring je získat kvantitativní údaje o spotřebě a generaci energií v rámci ÚČOV, vyhodnotit efektivitu prováděných technologických činností pomocí stanovení a sledování klíčových výkonnostních parametrů (KPI) a nalezení nových souvislostí mezi měřenými veličinami a celou řadou vnitřních i vnějších parametrů.

Jedná se tedy o důležitý krok k optimalizaci spotřeby energie a snižování nákladů na provoz. Zavádění řešení energetického monitoringu bývá realizováno v rámci řady relativně samostatných, ale na sebe navazujících kroků.

H.5.1.1 **Předběžná identifikace klíčových oblastí spotřeby energie**

Na základě podkladů z projektové dokumentace, dostupných provozních údajů, zkušeností z obdobných provozů a poznatků obsluhy ÚČOV jsou vytipovány technologické oblasti s nejvyšší spotřebou energií resp. místa produkce energie z obnovitelných zdrojů, a to v rámci NVL i SVL. Mezi tyto oblasti patří na straně spotřeby například čerpání a distribuce vody, aerace či odvod vody.

Z výsledků realizované studie Koncepce modernizace a přestavby KEH plyne, že kalové hospodářství (produkce bioplynu, výroba elektrické energie, využití tepla z vyhnívání kalů, resp. úprava bioplynu na biometan a jeho následné využití) v sobě nese důležitý potenciál obnovitelných zdrojů energií, který je možné ještě rozšířit o další (nizkopotenciální teplo z vyčištěných odpadních vod, fotovoltaika) možné obnovitelné zdroje.

H.5.1.2 Instalace senzorů a měřičů

Pro měření spotřeby energie v těchto oblastech je třeba osadit vybrané technologie senzory a měřiči. Díky nim je možné sbírat data o spotřebě a generaci energií v reálném čase. Technologie vybraných měřičů by měla umožňovat moderní digitální sběr měřených hodnot, některé typy přístrojů jsou vybaveny pokročilým systémem analýzy a monitoringu měřeného zařízení.

- Střední hodnoty pro činný a jalový výkon, import a export.
- Minimální a maximální hodnoty během periody měření.
- Činná energie – import
- Činná energie – export.
- Jalový výkon – pozitivní.
- Jalový výkon – negativní.
- Zdánlivý výkon.
- Funkce pro potlačení měření nulové úrovně „Zero point suppression level“.
- Směr toku proudu „Current direction“.
- A další.

H.5.1.3 Propojení senzorů a měřičů s centrálním systémem pro sběr dat

Propojení senzorů a měřičů s centrálním systémem pro sběr dat je nezbytné pro vytvoření nezávislého centralizovaného systému monitoringu spotřeby a generace energie, který následně poskytne jednotný pohled na tuto problematiku v rámci celé ÚČOV. Takto vytvořený systém bude zcela nezávislý na ASŘTP.

H.5.1.4 Vizualizace sbíraných dat a jejich analýza

Základní vizualizace sbíraných a centralizovaných dat zpravidla obsahuje ucelený pohled na celkovou energetickou bilanci ÚČOV se všemi zdroji a spotřebiči energií (široce je užíván grafický formát nazvaný Sankey graf) doplněný o indikátory plnění klíčových výkonových parametrů.

Následná, často víceúrovňová analýza dat poskytuje velmi cenné poznatky o tom, jak se mění spotřeba a generace energií v čase v závislosti na provozních podmínkách ÚČOV. Pokročilé analytické metody umožňují pracovat s výpočetně náročnými analytickými modely a s jejich pomocí nalézat nové souvislosti mezi jednotlivými jevy a technologickými celky. Vyhodnocování sbíraných dat může procházet přes řetězec sousledných dílčích analytických kroků od popisné, přes diagnostickou a prediktivní až k preskriptivní analýze. V rámci tohoto procesu dochází k přeměně zdrojových dat (raw data) k datům chytrým (smart data).



Obrázek 38 – Ukázka vizualizace dat

H.5.1.5 Příprava podkladů pro energetický management

Na základě analýzy dat mohou být připravovány podklady k provedení technologických kroků vedoucích k optimalizaci spotřeby a generace energií v rámci ÚČOV.

Pro názornost uvádíme několik příkladů KPI

- Celková spotřeba elektřiny: Tento ukazatel sleduje celkovou spotřebu elektřiny na čistírně odpadních vod. Spotřeba elektřiny může být měřena v kilowatthodinách (kWh) nebo v ampérech (A). Sledování spotřeby elektřiny je důležité pro optimalizaci energetické účinnosti čistírny.
- Energetická náročnost na jednotku vody: Tento ukazatel měří množství energie potřebné k čištění jednotky objemu odpadní vody. Tento ukazatel umožňuje porovnání energetické náročnosti v různých obdobích a umožňuje identifikovat faktory, které ovlivňují energetickou náročnost.

- Účinnost čistících procesů: Tento ukazatel měří, jak účinně jsou čistící procesy na čistírně odpadních vod prováděny. Účinnost může být měřena pomocí různých parametrů, jako jsou množství organických látek v odpadní vodě před a po čištění, nebo koncentrace dusičnanů nebo fosfátů. Vysoká účinnost procesů čištění může snížit spotřebu energie potřebnou k čištění odpadní vody.
- Úspory energie: Tento ukazatel měří, kolik energie bylo ušetřeno díky implementaci úsporných opatření, jako je například instalace vysoká účinností zařízení a technologií, optimalizace procesů a řízení energií. Tento ukazatel umožňuje sledovat dopad úsporných opatření na celkovou spotřebu energie na čistírně.
- Využití obnovitelných zdrojů energie: Tento ukazatel sleduje podíl obnovitelných zdrojů energie, jako jsou solární panely, větrné turbíny nebo biomasa, které jsou využívány na čistírně odpadních vod. Využití obnovitelných zdrojů energie může snížit spotřebu energie z fosilní.

H.5.1.6 Dlouhodobé sledování výsledků energetického monitoringu

Dlouhodobé sledování výsledků energetického monitoringu a podle něj aktualizovaná opatření energetického managementu vedou k požadované optimalizaci spotřeby a generace energií v rámci ÚČOV.

Dlouhodobý pohled na problematiku je o to důležitější, že Studie pracuje s modulární koncepcí nově realizovaných technologií kalového hospodářství a jejich postupnou realizací. Je tedy nezbytné počítat jak se proměnnou spotřebou/výrobou energií v rámci ÚČOV, ale také s poměrně dynamickou změnou konfigurace jejich spotřebičů/zdrojů.

S kolísavou generací bioplynu a energetické spotřeby je též počítáno v návrhu plánovaného hospodářství Koncepce přestavby a modernizace KEH. Případný přebytek bioplynu bude jímán do plynovodů, částečně přepracováván na biometan s dodáváním do plynovodní sítě a přebytečný bioplyn bude likvidován v hořácích zbytkového plynu. Naopak pro možný nedostatek bioplynu bude možné kompenzovat spalováním LTO.

H.5.2 Energetický management

Systém hospodaření s energií v podobě energetického managementu je soubor opatření, jejichž cílem je efektivní řízení snižování spotřeby energie. Jedná se o uzavřený cyklický proces neustálého zlepšování energetického hospodářství.

Podle normy ČSN EN ISO 50001:2012 je energetický management založen na principu neustálého zlepšování, což lze vystihnout hesly: Plánuj – Dělej – Kontroluj – Jednej. Energetický management přímo navazuje na energetický monitoring, který pro něj poskytuje podklady založené na naměřených veličinách a nadstavbových analytických modelech. Vlastní realizace přijatých opatření zůstává v oblasti

vodárenství a odpadních vod na rozhodnutí proškolené obsluhy a je následně realizována prostředky průmyslové automatizace. Mezi tato opatření patří například úprava provozních podmínek nebo úprava nastavení zařízení.

Nástroj pro energetický management a energetický monitoring v tomto projektu může zároveň sloužit jako základ pro nasazení v dalších provozních souborech na ÚČOV. Modularita aplikace a její rozšiřitelnost umožňují připojení dalších vstupů a využití identických procesů zpracování, výpočtu KPI a vizualizace. Architektura pak zajišťuje přiřazení přístupových oprávnění příslušným autorizovaným osobám a náhledem na jednotlivé provozy, resp. ÚČOV jako celek.

I. ODHAD INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ

Odhad investičních nákladů odpovídá podrobnosti studie proveditelnosti, tj. uvedené částky jsou orientační. Odhad vychází z vypočtených kubatur stavebních objektů (demolic, nových, rekonstruovaných) a odpovídá cenové hladině roku 2002 (Tabulka 39). Stavební objekty byly rozděleny pro účely nacenění na objekty demolované, nové a rekonstruované. Zvláště byly vyčleněny objekty označované jako „variantní“. Náklady na provozní soubory byly ve fázi studie určeny poměrově.

STAVEBNÍ OBJEKTY KALOVÉHO A ENERG. HOSPODÁŘSTVÍ CELKEM: 3329,99 mil. Kč					
SO 00 - ZEMNÍ PRÁCE	121 638	m ³	(2100 Kč/m ³)	255,44	mil. Kč
SO 01 - BOURACÍ PRÁCE				329,58	mil. Kč
12x vyhnívací nádrže	78 100	m ³	(2200 Kč/m ³)	171,82	mil. Kč
3x strojovna VN	8 400	m ³	(2800 Kč/m ³)	23,52	mil. Kč
Sauna	630	m ³	(2800 Kč/m ³)	1,76	mil. Kč
Hříbek	91	m ³	(2800 Kč/m ³)	0,25	mil. Kč
Elektrodílna	1 100	m ³	(2800 Kč/m ³)	3,08	mil. Kč
Úprava bioplynu	980	m ³	(2800 Kč/m ³)	2,74	mil. Kč
Manipulační nádrže	19 100	m ³	(2400 Kč/m ³)	45,84	mil. Kč
Odstředivkárna vč. síla	7 400	m ³	(2800 Kč/m ³)	20,72	mil. Kč
Sklady	4 800	m ³	(2800 Kč/m ³)	13,44	mil. Kč
Energocentrum	18000	m ³	(2800 Kč/m ³)	50,40	mil. Kč
Podzemní nádrže	3 200	m ³	(3100 Kč/m ³)	9,92	mil. Kč
Zpevněné plochy	15 200	m ²	(2400 Kč/m ²)	36,48	mil. Kč
NOVÉ OBJEKTY CELKEM				2490,09	mil. Kč
SO 03 - 12x vyhnívací nádrže	114 000	m ³	(6000 Kč/m ³)	684,00	mil. Kč
SO 03 - 3x strojovna VN	8 400	m ³	(8500 Kč/m ³)	71,40	mil. Kč
SO 04 - 4x manipulační nádrž (3xVK+1xSSK)	38 000	m ³	(6000 Kč/m ³)	228,00	mil. Kč
SO 04 - Strojovna MN	2 800	m ³	(8500 Kč/m ³)	23,80	mil. Kč
SO 06 - Plynojemy	31 000	m ³	(7000 Kč/m ³)	217,00	mil. Kč
SO 05 - Manipulační nádrž PZPK	2 800	m ³	(6000 Kč/m ³)	16,80	mil. Kč
SO 05 - Strojní zahuštění PK	4 500	m ³	(8500 Kč/m ³)	38,25	mil. Kč
SO 10 - Strojní odvodnění VK, nakládka	18 200	m ³	(7000 Kč/m ³)	127,40	mil. Kč
Podzemní objekty celkem	28 200	m ³	(9000 Kč/m ³)	253,80	mil. Kč
SO 07 - Úpravna bioplynu	6 700	m ³	(8500 Kč/m ³)	56,95	mil. Kč
SO 11 - Sklady	4 800	m ³	(7000 Kč/m ³)	33,60	mil. Kč
SO 09 - Energocentrum	19 300	m ³	(11000 Kč/m ³)	212,30	mil. Kč
SO 12 - Spojovací potrubí	-	-	-	340,60	mil. Kč*

SO 13 - Komunikace a zpevněné plochy	24 300	m ²	(3300 Kč/m ²)	80,19	mil. Kč
SO 14 - Fotovoltaika	-	-	-	43,00	mil. Kč**
REKONSTRUOVANÉ OBJEKTY CELKEM				126,02	mil. Kč
SO 02 - Směsná jímka SSK	400	m ³	(5000 Kč/m ³)	2,00	mil. Kč
SO 11 - Sklady	11 700	m ³	(6000 Kč/m ³)	70,20	mil. Kč
SO 11 - Deratizace	1 600	m ³	(6000 Kč/m ³)	9,60	mil. Kč
SO 11 - Mistrovna	1 800	m ³	(6000 Kč/m ³)	39,60	mil. Kč
SO 11 - Přejezdová váha	210	m ²	(22000 Kč/m ²)	4,62	mil. Kč
NOVÉ VARIANTNÍ OBJEKTY CELKEM				141,46	mil. Kč
SO 15 - Příjem a zpracování gastroodpadu	17 500	m ³	(7000 Kč/m ³)	122,50	mil. Kč
SO 16 - Objekt na úpravu fugátů	630	m ³	(8500 Kč/m ³)	5,36	mil. Kč
SO 17 - Objekt post-THP	1 600	m ³	(8500 Kč/m ³)	13,60	mil. Kč

Tabulka 39 – Odhad investičních nákladů pro stavební objekty

*Cena za spojovací potrubí odhadnuta poměrově z nákladů na spojovací potrubí v projektu rekonstrukce SVL.

** Zdroj: Odhad ceny založen na výstupu od Photon Energy Solutions s.r.o. (viz příloha č. 8.2)

Celkové odhady investičních nákladů pro modernizaci kalového hospodářství a energetického hospodářství vyčísleny na 5,83 miliard Kč (Tabulka 40). Náklady na provozní soubory byly ve fázi studie určeny poměrově (dle nákladů na PS v projektu rekonstrukce SVL).

V položce ostatní a vedlejší náklady jsou zahrnuty také náklady na související opatření, která mohou vyplynout z podrobného zpracování v dalším stupni projektu a nemohou být v této fázi přesně stanoveny. Jedná se z části o rekonstrukci stávajících budov, kdy konkrétní způsob oprav bude určen až na základě stavebně technického průzkumu a sond. Přesný rozsah stavebních prací včetně dopadu do rozpočtu bude upřesněn v dalších stupních PD.

KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ CELKEM (včetně zpracování bioplynu):	5,83	mld. Kč
STAVEBNÍ OBJEKTY CELKEM	3,33	mld. Kč
PROVOZNÍ SOUBORY CELKEM	1,53	mld. Kč
Strojní část (34% z nákladů na stavební objekty)	1,14	mld. Kč
Elektro část (22 % z nákladů na strojní část)	0,25	mld. Kč
Meření a regulace (13% z nákladů na strojní část)	0,15	mld. Kč
VEDEJŠÍ A OSTATNÍ NÁKLADY	0,98	mld. Kč
(20% z nákladů na stavební objekty a provozní soubory)		

Tabulka 40 – Celkové investiční náklady na modernizace kalového hospodářství

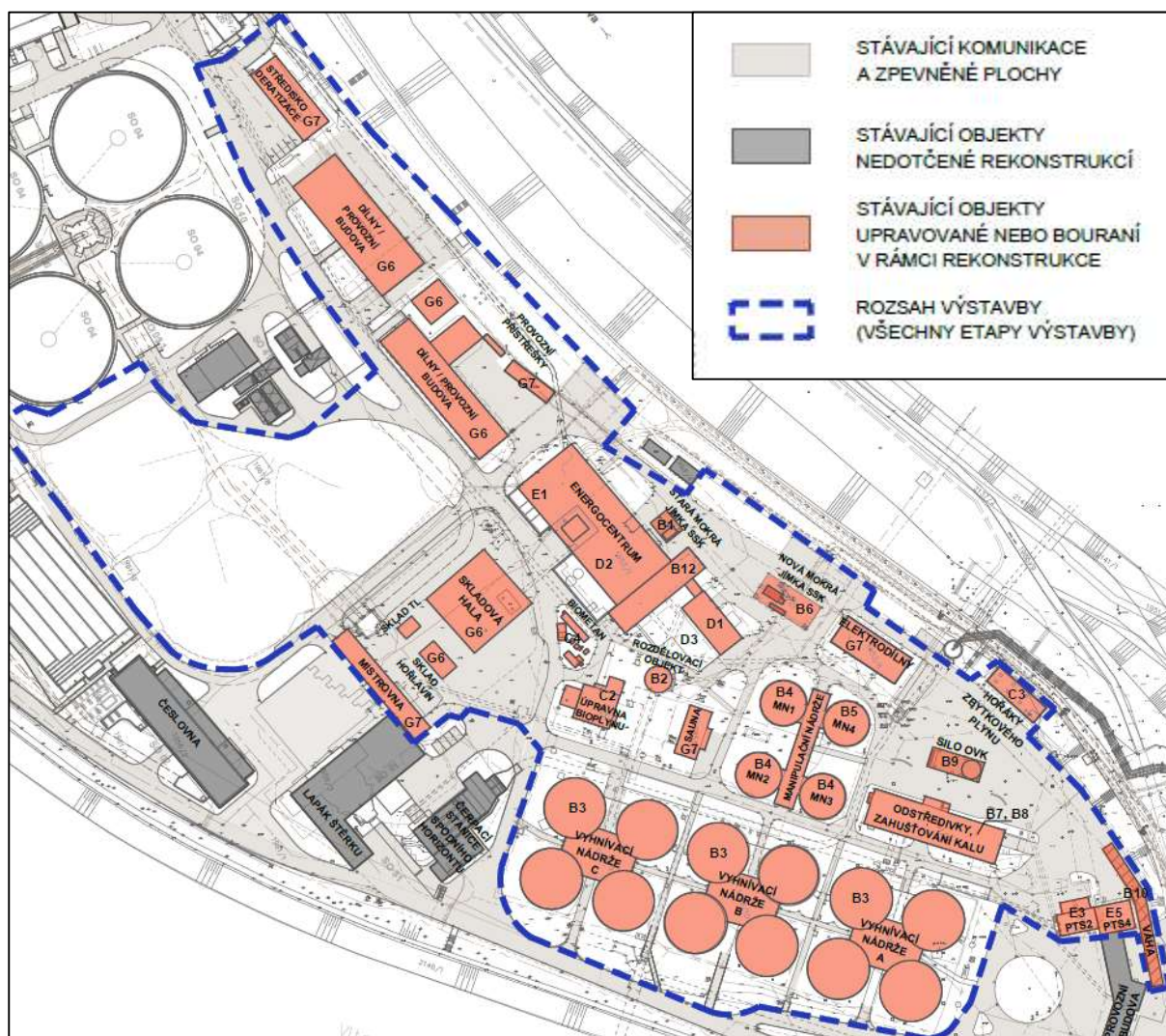
J. ZÁSADY ORGANIZACE VÝSTAVBY

V této kapitole je definováno vymezení předpokládaného staveniště a předběžně navrženy místa pro zařízení staveniště. Navrženo je rozdělení výstavby celkem do 11 etap, které jsou popsány v kapitole J.3. Součástí je také harmonogram přípravy a realizace.

J.1 VYMEZENÍ PŘEDPOKLÁDANÉHO STAVENIŠTĚ

Zásady organizace výstavby (ZOV) popsané v následujícím textu jsou graficky znázorněny na situaci ZOV, viz Obrázek 39 a Obrázek 40. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, podrobněji potom v [příloze č. 3.5 – Situace ZOV](#).

Hranice staveniště KH se nachází uvnitř areálu ÚČOV a přirozeně navazuje na stávající areál SVL a NVL. Obě vodní linky i kalové hospodářství bude po celou dobu výstavby v provozu. V rámci etapizace výstavby (blíže popsáno v části J.3) budou jednotlivé technologické celky přepojovány na nové objekty a odstavovány z provozu.



Obrázek 39 - Předpokládaný rozsah území, do kterého zasáhne výstavba (stávající stav objektů)

Hlavním rysem staveniště KH je jeho umístění uvnitř oploceného areálu ÚČOV s kapacitně omezeným přístupem na staveniště, množstvím existujících podzemních inženýrských vedení a souběhem stavby s provozem částí ÚČOV. Z výše popsaného vyplývá nedostatek volných ploch pro zařízení staveniště v blízkosti staveniště

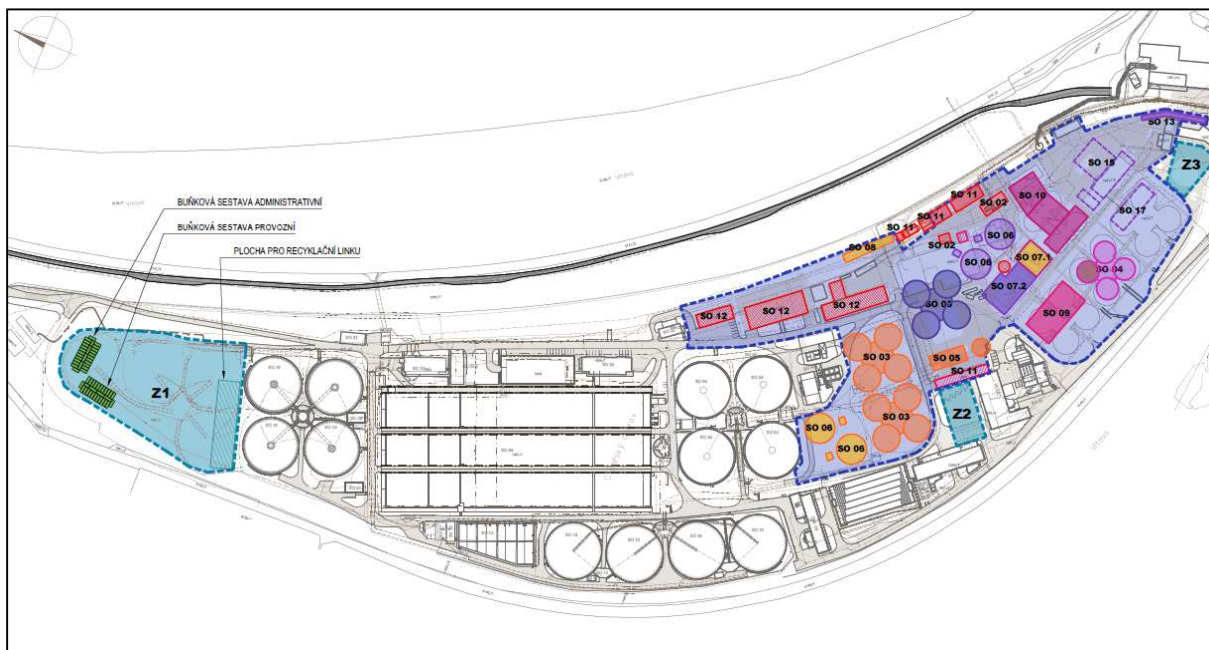
Tento návrh pracuje s využitím prostoru vzniklém zasypáním čtyř dosazovacích nádrží DN5-DN8 v rámci rekonstrukce SVL (na situaci značeno jako Z1). Tento prostor je využíván jako zařízení staveniště již pro rekonstrukci SVL. Další prostory vyčleněné pro potřeby zařízení staveniště je betonová plocha mezi lapákem štěrku a česlovnou (na situaci značeno jako Z2) a prostranství před administrativně-provozní budovou (na situaci značeno jako Z3). Plochy jsou znázorněny na následujícím obrázku (Obrázek 40).

Plocha zařízení staveniště Z1 – jedná se o plochu o výměře cca 13 000 m² zahrnující území s dosazovacími nádržemi DN5 – DN8, které budou zasypány v rámci rekonstrukce SVL. Využití plochy se předpokládá zejména pro umístění stavebních buněk (bunkoviště), sociální zařízení, a další prostory vytvářející komplexní zázemí pro zhotovitele. K zařízení staveniště umístěnému v severní části ostrova vede samostatná komunikace vybudovaná v rámci rekonstrukce SVL. Toto řešení umožňuje vést maximum dopravní zátěže mimo prostor ÚČOV. Zároveň využíváme již vybudované zázemí a napojení inženýrských sítí na buňkoviště.

V rámci této plochy se počítá s drcením segmentů žb. konstrukcí tj. je zde navržena recyklační linka. Jedná se o plochu o výměře cca 1300 m². V průběhu provozu recyklační linky se předpokládá dočasně k zvýšení prašnosti.

Plocha zařízení staveniště Z2 – jedná se o plochu o výměře cca 1200 m² situovanou mezi mistrovnou a česlovnou. Předpokládá se zde sklad materiálu.

Plocha zařízení staveniště Z3 – jedná se o plochu o výměře cca 900 m² situovanou mezi administrativní budovou a stávajícími vyhnívacími nádržemi. Předpokládá se zde sklad materiálu.



Obrázek 40 - Rozsah území výstavby včetně ploch pro zařízení stavenišť

V průběhu výstavby nastanou časově a místně omezené zábory pro stavenišť vycházející z etapizace výstavby. Vymezení stavenišť je dáno třemi rozdílnými částmi. Zábory jsou definovány jako:

- Hlavní staveniště – jehož obvod se po celou dobu stavby nebude měnit.
- Dočasné lokální zábory – navazují na hlavní staveniště, jedná se o místně a časově omezené zábory např. spojovací potrubí navazující na SVL a NVL.
- Etapové hranice stavenišť – souvisí s etapizací výstavby, budou se měnit dle rozsahu stavebních prací v jednotlivých etapách výstavby.

J.2 VAZBY V RÁMCI ÚČOV

Rekonstrukce KH je součástí výstavby a rozšíření celé ÚČOV, která byla rozdělena do několika etap.

Podmiňující investice:

- „ÚČOV-Rekonstrukce stávající vodní linky, č. investice 12G6500“ – tato akce bude časově předcházet, předpokladem je, že začátek výstavby kalového hospodářství naváže na ukončení zkušebního provozu SVL.

Související nepodmiňující investice:

- „ÚČOV – provizorní ČS pro převod OV ze spodního horizontu na HČS, č. investice 12X0100“ – tato akce podmiňuje rekonstrukci SVL, provizorní čerpání bude ukončeno se zprovozněním SVL
- Uzávěr plavebního kanálu Troja.
- Biometan, využití kalového plynu na ÚČOV Praha.
- Nátokový labyrint – levý břeh – zatím není určen časový plán realizace labyrintu.
- Nátokový labyrint – pravý břeh – zatím není určen časový plán realizace labyrintu.

Během rekonstrukce a modernizace KH budou ostatní části ÚČOV (HČS, NVL, SVL a vybrané objekty v oploceném areálu ÚČOV) v normálním provozu. **Je nevyhnutelné zajistit provozovateli ÚČOV po celou dobu rekonstrukce KH přístup k objektům, které budou v dané fázi realizace provozovány.**

Napojení na dopravní infrastrukturu

Zhotovitel bude mít k výhradnímu použití pouze komunikace uvnitř hranic staveniště KH. Komunikace ÚČOV mají charakter účelových komunikací v uzavřeném prostoru ve smyslu §7, odst. 2, zákona o pozemních komunikacích. Pojezdová rychlost techniky a vozidel na staveništi bude omezena na 20 km/h. Veškeré pojezdové trasy budou zpevněné a bude zajištěno jejich pravidelné čištění.

Pro staveništní dopravu k areálu ÚČOV je po dobru rekonstrukce KH plánováno využití trasy od ulice Papírenská hlavní vjezdovou bránou ÚČOV přes přemostění plavebního kanálu směrem na Císařský ostrov.

Trasa od ulice Papírenská hlavní vjezdovou bránou ÚČOV přes přemostění plavebního kanálu směrem na Císařský ostrov.

*Na této přístupové trase je plánováno omezení její prostupnosti. V současné době je **předpokládané uzavření** bezejmenné příjezdové komunikace na ÚČOV z Papírenské ulice na 10 měsíců v termínu od **03/2025–12/2025** z důvodu výstavby stoky BD Levobřežního nátokového labyrintu. Začátek realizace této akce je dle investora (odbor investiční MHMP) naplánován na přelom 1. a 2. pololetí roku 2023 a předpokládaná doba realizace je 2,5 roku. **Jedná se o předpokládané zahájení výstavby, které se může ještě změnit a je nutné aktualizovat předpokládaný termín uzavření bezejmenné příjezdové komunikace po reálném začátku této akce!***

Trasa vedoucí z ulice Za Elektrárnou přes přemostění plavebního kanálu a areál NVL. Její součástí je účelová komunikace propojující ulici Za Elektrárnou a nájezd na Trojský most. Na této přístupové trase je plánováno omezení její prostupnosti.

Rekonstrukce mostu přes plavební kanál z ulice Za Elektrárnou na Císařský ostrov. Podle současných informací nemá ŘVC (investor této akce) na rekonstrukci mostu přes plavební kanál vydané právoplatné územní rozhodnutí. Z tohoto důvodu není nyní možné stanovit přesný termín výstavby.

Obě tyto hlavní přístupové trasy vyúsťují do prostoru vymezeného oplocenou částí ÚČOV (Po dobu stavby KEH se předpokládá využití tzv. „**Severní cesty**.“ Tento příjezd je řešen dopravní komunikací pro příjezd do areálu pronajatého společností Evropská vodní doprava a.s. (EVD) v severní části Císařského ostrova vedené po levém břehu Vltavy. Tato komunikace je rekonstruována pro stavbu SVL jako samostatná přípravná investice a předpokládá se její využití i pro stavbu KH. Zhotovitel si projedná s vlastníkem komunikace podmínky užívání po dobu stavby. Předpokládá se zachování tzv. „Třetího příjezdu“ na stavenišť. Ten je uvažován jako doplňující příjezd odbočující ze Severní komunikace především pro dopravu při provádění zemních prací. Toto připojení bude realizováno jako součást zařízení staveniště SVL.

J.3 NÁVRH ETAPIZACE VÝSTAVBY

Z důvodů udržení kalového hospodářství v provozu po celou dobu výstavby byla navržena fázová výstavba. Výstavba byla rozdělena do 11-ti etap. Podrobný popis jednotlivých etap výstavby (včetně znázornění v přehledných situacích) a časová osa jsou v následujících přílohách:

[Příloha č. 4 – Vizualizace](#)

[Příloha č. 5 – Etapizace výstavby](#)

[Příloha č. 6 – Harmonogram přípravy a realizace](#)

Stručná definice jednotlivých etap je uvedena níže.

1. ETAPA

V této etapě budou provedeny přípravné práce a související opatření, příprava území pro výstavbu prvních objektů nového KH. Prozatím nedochází ke změně hlavních technologických objektů.

- Rekonstrukce a rozšíření stávajících objektů dílen (parc. č. 1953/2 a 1961/13) a deratizace (parc. č. 1961/12) (SO 11).
- Výstavba nových skladů resp. dílen jako náhrada za demolované objekty (elektrodílny na parc. č. 1953/6, sklad hořlavin, sklad tlakových nádob) (SO 11).
- Demolice skladů mezi energocentrem a mistrovnou.
- Příprava území na výstavbu nových objektů KH (plynojemy, dvě čtveřice nových VNA a VNB) situovaných v prostoru stávajících UN 1, 2 a 4 a stávajících skladů mezi energocentrem a mistrovnou.
- Příprava území na výstavbu nových objektů KH – nových hořáků zbytkového plynu situovaných v prostoru stávající manipulační plochy mezi objekty dílen a energocentra.



Obrázek 41 – Vizualizace 1.etapy výstavby

2. ETAPA

Výstavba prvních objektů nového KH. V provozu zůstává všech 12 stávajících VN.

- Výstavba nových objektů:
 - dvě čtveřice vyhnívacích nádrží (VNA a VNB) – SO 03
 - hořáky zbytkového plynu (SO 08)
 - výstavba první dvojice plynojemů (SO 06)
 - výstavba objektů zahušťování kalů (SO 05).
- Rekonstrukce staré mokré jímky SSK a nové mokré jímky SSK (SO 02).
- Rekonstrukce rozdělovacího objektu (SO 12).
- Na konci etapy: uvedení nových čtveřic vyhnívacích nádrží VNA a VNB do provozu.



Obrázek 42 – Vizualizace 2. etapy výstavby

3. ETAPA

Zprovoznění objektů nového KH zřízených ve 2. etapě, odstavení vybraných objektů stávajícího KH, příprava území pro další fázi výstavby.

- Uvedení do provozu a zkušební provoz nových objektů KH zřízených ve 2. fázi – nových objektů zahušťování přebytečného kalu, plynojemů a hořáků zbytkového plynu.
- Odstavení stávající manipulační nádrže MN4 předzahuštění přebytečného kalu, odstavení stávajících odstředivek strojního zahuštění přebytečného kalu (typu BSC).
- Odstavení všech stávajících čtveřic vyhnívacích nádrží VNA až VNC.
- Odstavení stávajících hořáků zbytkového plynu.
- Demolice všech stávajících čtveřic vyhnívacích nádrží VNA až VNC a příprava území v jejich prostoru na další fázi výstavby.
- Demolice objektu sauny.



Obrázek 43 – Vizualizace 3. etapy výstavby

4. ETAPA

Výstavba dalších objektu KH:

- Výstavba nového energocentra v prostoru po demolici stávající čtveřice VNC, součástí EGC bude prostor motorgenerátorů, teplovodní stanice, plynová kotelna (SO 09).
- Rekonstrukce provozní budovy tzv. mistrovny (SO 11).



Obrázek 44 – Vizualizace 4. etapy výstavby

5. ETAPA

Výstavba dalších objektů nového KH.

- Uvedení nového EGC do provozu.
- Odstavení a bourání objektu stávajícího energocentra. Současně bude provedena úprava objektu čerpání na Drasty, která je součástí stávajícího EGC.
- Odstavení stávajících hořáků zbytkového plynu.
- Odstavení pilotní jednotky úpravy na biometan.
- Výstavba nové čtveřice manipulačních nádrží (1x centrální akumulární a homogenizační nádrž SSK, 3x manipulační nádrž VK) v prostoru stávající čtveřice VNB (SO 04).

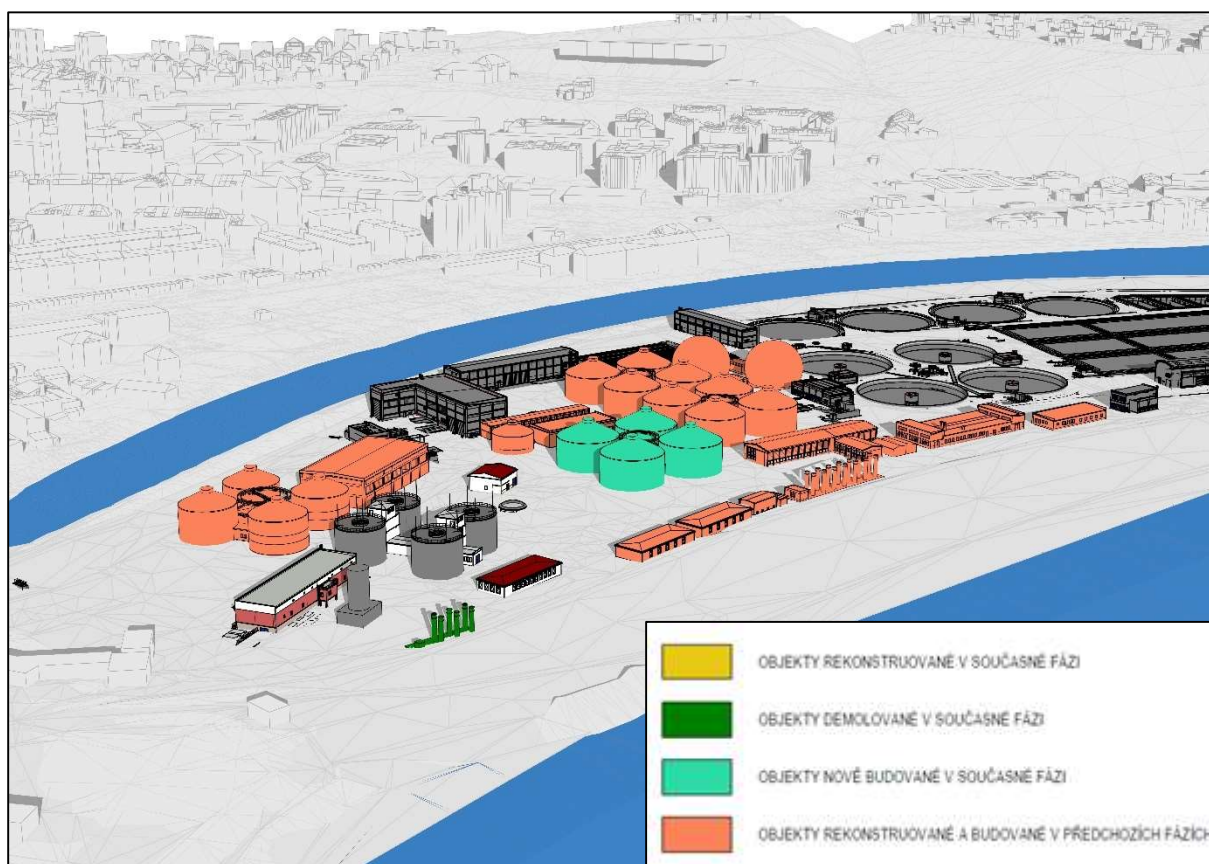


Obrázek 45 – Vizualizace 5. etapy výstavby

6. ETAPA

Zprovoznění objektů nového KH zřízených v 5. fázi, odstavení vybraných objektů stávajícího KH

- Výstavba poslední čtveřice VNC.
- Výstavba nové rozvodny PTSX v místě původního energocentra.
- Uvedení do provozu a zkušební provoz nových objektů KH zřízených ve 4. a 5. fázi.
- Veškeré nové objemy vyhnívacích a manipulačních nádrží jsou v provozu.
- Odstavení stávajících manipulačních nádrží VK.
- Odstavení stávající manipulační nádrže MN4 předzahuštění přebytečného kalu, odstavení stávajících odstředivek strojního zahuštění přebytečného kalu (typu BSC).
- Uvedení poslední čtveřice VNC do provozu.
- Demolice stávajících hořáků zbytkového plynu.
- Demontáž pilotní jednotky úpravy biometanu.

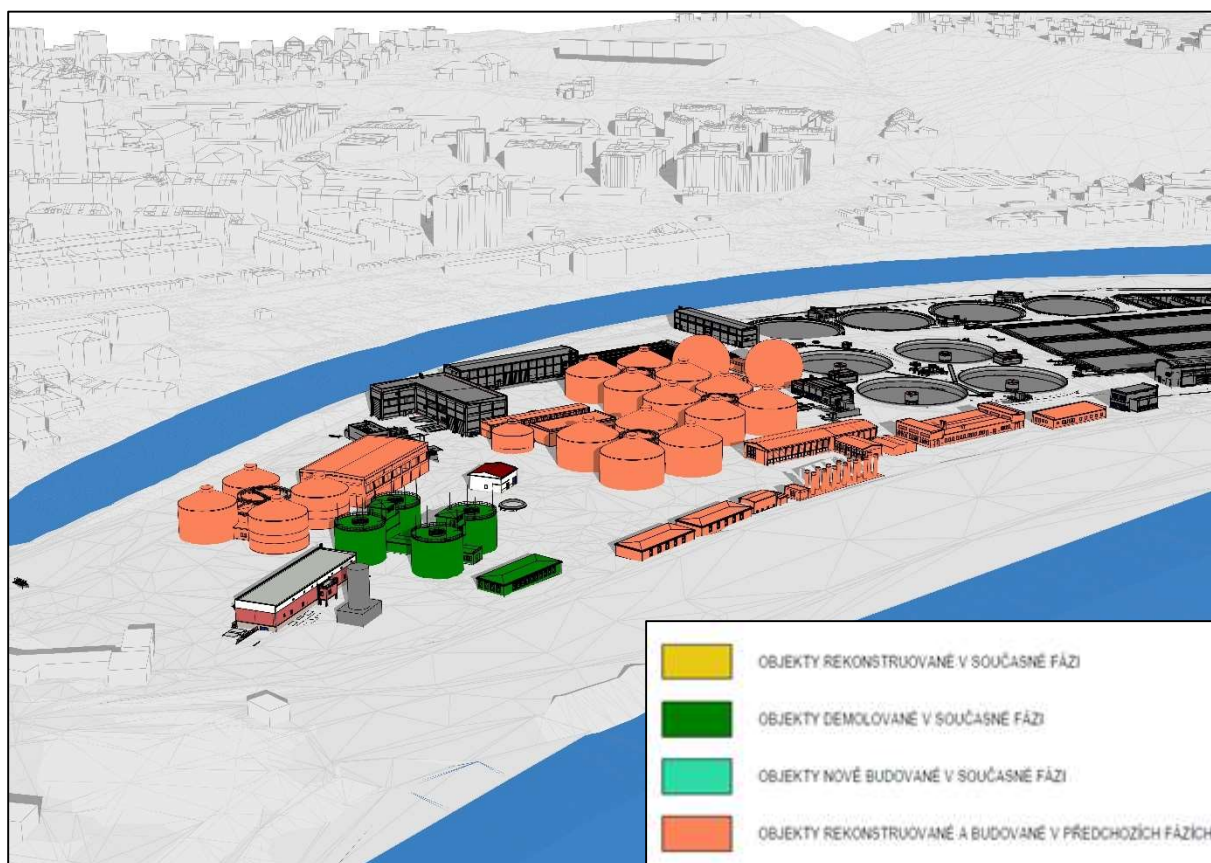


Obrázek 46 – Vizualizace 6. etapy výstavby

7. ETAPA

Výstavba dalších objektů nového KH.

- Stávající odvodnění kalu stále v provozu.
- Demolice čtveřice stávajících manipulačních nádrží,
- Demolice stávajících objektů elektrodílny parc. č. 1953/6
- Příprava území v jejich prostoru na další fázi výstavby.



Obrázek 47 – Vizualizace 7. etapy výstavby

8. ETAPA

Výstavba nových objektů KH.

- Výstavba objektu strojního odvodnění kalů společně s halou akumulace a nakládky OVK (SO 10)
- Výstavba objektu úpravy surového bioplynu (SO 07)
- Odstavení stávajících odstředivek odvodňování vyhnílého kalu včetně souvisejících technologií dopravy, sila a nakládky odvodnění vyhníklých kalů.
- Odstavení stávající úpravy bioplynu.
- Demolice stávajícího objektu odstředivek včetně souvisejících staveb a technologií.

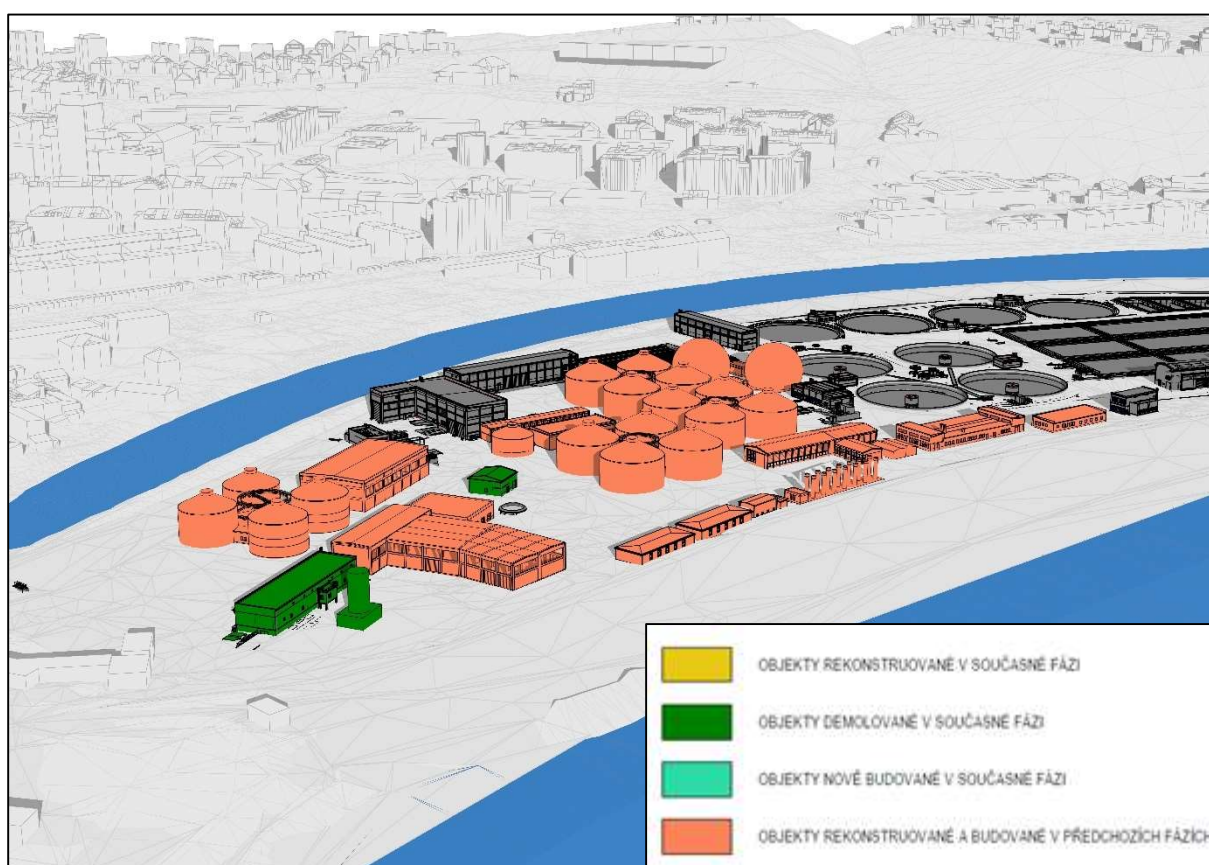


Obrázek 48 – Vizualizace 8. etapy výstavby

9. ETAPA

Zprovoznění a zkušební provoz objektů postavených v předešlé etapě. Dokončovací práce a opatření, příprava na eventuální výstavbu tzv. „variantních staveb“ KH

- Uvedení do provozu a zkušební provoz nových objektů KH zřízených v 8. fázi - nového objektu strojního odvodnění (odstředivek) vyhnílého kalu včetně haly akumulace a nakládky odvodněného vyhnílého kalu, nové úpravný bioplynu.
- Demolice stávající úpravný bioplynu.
- Dokončovací práce a opatření.
- Dle okolností a potřeb příprava území na eventuální výstavbu tzv. „variabilních staveb“ KH.



Obrázek 49 – Vizualizace 9. etapy výstavby

10. ETAPA

- Výstavba rozšíření úpravy bioplynu na biometan pro vtláčení do distribuční sítě (SO 07.2)
- Výstavba dalších dvou plynojemů v místě stávajícího EGC (SO 06).
- Dle okolností a potřeb případná výstavba objektu příjmu, zpracování a dávkování gastroodpadů včetně související haly příjmu gastroodpadů (SO 15).
- Variantní výstavba objektu úpravy fugátu z odvodnění kalů (SO 16).
- Variantní výstavba objektu post-THP vyhníklých kalů (SO 17).
- Realizace zpevněných ploch, výměna přejezdové váhy (SO 11).



Obrázek 50 – Vizualizace 10. etapy výstavby

11. ETAPA – CÍLOVÝ STAV

- Cílový stav rekonstrukce kalového hospodářství.
- Zkušební provoz kalového hospodářství.
- Realizace zpevněných ploch, osetí ploch zeleně.
- Zrušení zařízení staveniště a uvedení těchto ploch do původního stavu.



Obrázek 51 – Vizualizace cílového stavu

J.4 ORIENTAČNÍ ČASOVÝ PLÁN

Dle dlouhodobého koncepčního řešení ÚČOV (včetně souvisejících staveb a investičních záměrů) je výstavba Etapy 0003 – Kalového a Energetického hospodářství naplánovaná poté, co bude uvedena do provozu Etapa 0002 (Rekonstrukce stávající vodní linky). Tato část je momentálně ve fázi zpracování projektové přípravy a výběru zhotovitele. Cílem je zahájit realizaci stavby SVL v první polovině roku 2024 a ukončení v polovině roku 2027. Poté by měl začít zkušební provoz SVL, jehož ukončení je naplánováno na konec roku 2028. Před započítáním stavby etapy 003 je vhodné vybudovat centrální velín pro ÚČOV.

Výstavba Etapy 003 Kalového a energetického hospodářství by měla být zahájena co nejdříve, ideálně hned po ukončení zkušebního provozu SVL. A to z důvodů, aby zatížení Kalového hospodářství bylo ještě obdobné jako v současné době, nikoliv již významně navýšené. Předpokládaný začátek výstavby KEH je tak začátkem roku 2029. Při postupné výstavbě a udržení kalového hospodářství v provozu je to reálný odhad konce stavby koncem roku 2034. Orientační harmonogram celkového koncepčního řešení ÚČOV je znázorněn níže (Tabulka 41).

POPIS AKCE/ROK:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
ETAPA 0001 - NVL																						
- výstavba																						
- zkušební provoz																						
- uvedení do provozu																						
ETAPA 0002 – SVL																						
- projektová přípr. a výběr zhotovitele																						
- výstavba																						
- zkušební provoz																						
- uvedení do provozu																						
CENTRÁLNÍ VELÍN PRO ÚČOV																						
-studie proveditelnosti																						
-projektová příprava a výběr zhotovitele																						
-výstavba																						
ETAPA 0003 - KEH																						
- studie proveditelnosti																						
- projektová příprava a výběr zhotovitele																						
- výstavba																						
- zkušební provoz																						
- uvedení do provozu																						

Tabulka 41 – Časová osa koncepčního řešení ÚČOV

Podrobné rozpracování časového průběhu fází projektové a inženýrské přípravy a jednotlivých etap výstavby je uveden v [příloze č. 6 – Harmonogram přípravy a realizace](#).

K. NÁVRH DALŠÍ PROJEKTOVÉ A INŽENÝRSKÉ PŘÍPRAVY

Dalším hlavním krokem projektové a inženýrské přípravy bude zpracování dokumentace pro územní rozhodnutí (DUR) a posouzení vlivu na životní prostředí (EIA) s cílem získat pravomocné rozhodnutí o umístění stavby nejpozději v roce 2025.

Souběžně se zpracováním DUR a EIA bude třeba provést pro zpřesnění celkové koncepce na finální návrh technického řešení:

- Analýzu zdrojů a svozovou studii pro kosubstráty (gastroodpady) se stanovením cílového disponibilního množství kosubstrátů.
- Poloprovozní ověření společného zpracování čistírenských kalů a kosubstrátů.
- Studii potřeby tepla pro objekty a zařízení komplexu ÚČOV.
- Posouzení variantních možností odvodnění stabilizovaného kalu.
- Studii zpracování fugátu z odvodnění kalů.
- Posouzení řešení zpracování odplynů z úpravy bioplynu na biometan.
- Řešení fotovoltaiky, pravděpodobně řešené částečně mimo vlastní stavbu Kalového a energetického hospodářství.

Dále bude třeba obnovit tržní konzultace ke zpracování odvodněného stabilizovaného kalu mimo Císařský ostrov.

Vzhledem k složitosti a komplexnosti celkového řešení, projektant Studie doporučuje začít se zpracováním dalšího stupně projektové dokumentace, tj. dokumentace pro územní rozhodnutí (DUR) nejpozději v posledním čtvrtletí roku 2023. Současně s vypracováním DUR bude třeba zpracovat dokumentaci pro proces EIA (vyhodnocení vlivů na životní prostředí). Poté budou následovat dokumentace pro stavební povolení (DSP), provádění stavby (DPS) a výběr zhotovitele (DVZ). Při dodržení navrženého začátku zpracování DUR a další návazností bude projektová fáze přípravy projektu dokončena před koncem roku 2028. Stavba tak bude moci být zahájena začátkem roku 2029.

Časová osa fáze projektové přípravy je znázorněna také v časovém harmonogramu v příloze č. 6 – [Harmonogram přípravy a realizace](#).

L. ZÁVĚRY, SHRnutí

Modernizace kalového hospodářství je třetí hlavní částí plánované modernizace a rekonstrukce ÚČOV (stavba č. 6963, etapa 0003). V současné době má kalové hospodářství vysokou účinnost a dobré využití energetického potenciálu. K jeho základním problémům patří nedostatečné objemy vyhnívacích nádrží a také stavební konstrukce těchto nádrží, které se i přes provedené rekonstrukce blíží k hranici své reálné životnosti (okolo roku 2030).

V roce 2019 byla zpracována studie proveditelnosti KH, která podrobně posoudila možná variantní řešení kalového hospodářství. Předkládaná Studie závěry a doporučená řešení tohoto materiálu respektovala. Stejně tak byly do studie zařazeny všechny další dostupné podklady k souvisejícím realizovaným či plánovaným akcím (využití biometanu, nízkopotencionálního tepla z odpadních vod, atd.).

V úvodu Studie byl zpracován popis stávajícího stavu kalového hospodářství a analýza skutečných parametrů surového kalu. Na to navázala predikce výhledové produkce kalů, výpočet produkce bioplynu a návrh dimenze vyhnívacích a manipulačních nádrží. Součástí studie je také analýza a návrh vhodné procesní technologie kalového hospodářství. Z provedené analýzy byla pro další návrh technologického řešení vybrána ověřená metoda dvoustupňového termofilního procesu vyhnívání kalů. Na základě těchto předchozích kroků byla definována koncepce celkového řešení kalového hospodářství.

Pro návrh cílového stavu energetického hospodářství je ve Studii koncepčně navrženo maximalistické řešení, které bude upřesňováno v rámci dalších stupňů projektové přípravy. Řešení objektů a technologického vybavení je tedy navrženo tak, aby umožňovalo zpracovávat veškerou produkci bioplynu jak na kogeneračních jednotkách nebo naopak upravovat maximální možné množství bioplynu na biometan.

V rámci Studie byla navržena etapová modernizace kalového a energetického hospodářství, která umožňuje zachování provozu kalového hospodářství po celou dobu výstavby. Výstavba byla rozdělena celkem do 11 etap, během nichž budou některé objekty zdemolovány, některé zrekonstruovány a v prostoru vzniklém po demolici objektů budou vybudovány nové objekty kalového hospodářství. Rekonstrukce se týká všech objektů stávajícího kalového hospodářství (mimo čerpárny vyhnívacích kalů na kalová pole Drasty). V rámci studie bylo předběžně definováno 17 stavebních objektů a koncepce technologického řešení (17 provozních souborů strojní části, elektro část, měření a regulace, řídicí systém), na které bude stavba rozdělena.

Při dodržení navrženého časového harmonogramu by navazující projektové a inženýrské práce mohly být dokončeny před koncem roku 2028. Stavba tak bude moci být zahájena začátkem roku 2029, tj. těsně po předpokládaném dokončení zkušebního provozu SVL. Reálný odhad doby výstavby při zachování provozu je cca 6 let. Dle odhadu investičních nákladů by modernizace kalového hospodářství (včetně zpracování bioplynu) stála 5,85 mld. Kč (v cenové úrovni roku 2022).

M. PODKLADY

- Stavba 6963 – Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově etapa 0003 – Kalové hospodářství (studie proveditelnosti – 2019, zpracovatel – d-plus projektová a inženýrská a.s., Sweco Hydroprojekt a.s., EY Česká republika) – dále uváděno jako „Studie proveditelnosti KH 2019“
- Koncepční řešení Ústřední čistírny odpadních vod na Císařském ostrově, včetně souvisejících staveb a investičních záměrů (srpen 2019, d plus projektová a inženýrská a.s., Sweco Hydroprojekt a.s.)
- Technická pomoc se stanovením výhledové produkce a kvality kalů na ÚČOV Praha (červenec 2022, Pražské vodovody a kanalizace, a.s.)
- Studie posouzení návrhové kapacity ÚČOV (2020, Aqua Procon s.r.o.)
- Projektová dokumentace stavby „Celková přestavba a rozšíření ústřední čistírny odpadních vod (ÚČOV) Praha na Císařském ostrově, Stavba č. 6963, etapa 0001 – nová vodní linka“
- Provozní řád Ústřední čistírny odpadních vod Praha pro trvalý provoz (srpen 2018)
- ÚČOV – Rekonstrukce stávající vodní linky (SVL), č. investiční akce 12G6500 (projektová dokumentace pro provádění stavby, 02/2022, d-plus projektová a inženýrská a.s., Sweco Hydroprojekt a.s.)
- Biometan, využití kalového plynu na ÚČOV Praha (dokumentace pro stavební povolení, 11/2020, AQUA PROCON, s.r.o.)
- Využití nízkopotencionálního tepla odpadních vod z ÚČOV Praha (studie, srpen 2022, AQUA PROCON s.r.o.)
- Koncept energetického managementu a energetického monitoringu infrastruktury a technologií provozů (leden 2023, Prague Advanced Technology and Research Innovation Center, a.s.)
- ÚČOV Praha Rekonstrukce teplovodu z EGC a výměníkových stanic VN, Energetická bilance ÚČOV Praha (únor 2001, Vodohospodářský podnik s.r.o.), aktualizace údajů TZ (září 2022, INGOS s.r.o.)
- Analýza základních variant řešení odvodnění kalu KEH ÚČOV, Rešerše způsobů odvodnění kalu pro velké ČOV (únor 2023, Pražské vodovody a kanalizace, a.s.)
- Analýza základních variant řešení zahuštění přebytečného kalu SVL KEH ÚČOV, Rešerše způsobů zahuštění přebytečného kalu pro velké ČOV (březen 2023, Pražské vodovody a kanalizace, a.s.)
- Úsporné odstraňování dusíku na ÚČOV: první část rámcové studie proveditelnosti (Ing. Vojtěch Kouba Ph.D., únor 2023)

N. ZKRATKY POUŽITÉ V TEXTU

ASŘ	Automatizovaný Systém Řízení
BP	Bioplyn
BS	Biologický stupeň
BSK	Biologická Spotřeba Kyslíku
CCR	Centrální velín (Central Control Room)
CH₄	Metan
ČS	Čerpací Stanice
D2D	Usazovací nádrže typu Densadeg 2D na NVL
D4D	Usazovací nádrže typu Densadeg 4D na NVL
DUR	Dokumentace pro územní rozhodnutí
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DPS	Dokumentace provedení stavby
DVZ	Dokumentace pro výběr zhotovitele
EGC	EnerGoCentrum
EH	Energetické hospodářství
EIA	Vyhodnocení vlivů na životní prostředí (Environmental Impact Assessment)
EN	Elektrická energie
EO	Ekvivalentní Obyvatel
FVE	Fotovoltaická elektrárna
GDE	Strojní zahuštění kalu (Draining Thickening Screen)
GHI	Globální horizontální ozáření = množství solárního záření přijatého na m ²
HAM SSK	Homogenizační a akumulační manipulační nádrž směsného surového kalu
HČS	Hlavní čerpací stanice
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
KEH	Kalové a energetické hospodářství
KGJ	Kogenerační jednotky
KH	Kalové Hospodářství
LTO	Lehké topné oleje
MAD	Mezofilní proces teplotně fázované stabilizace kalů (Mesophilic Anaerobic Digestion)

MaR	Měření a Regulace
MG1–MG5	Motor-generátorové (kogenerační jednotky) na výrobu elektrické a tepelné energie (KGJ)
MN	Manipulační Nádrž
MN4	Manipulační Nádrž SVL pro gravitační předzahuštění přebytečného kalu kalu
MVE	Malá Vodní Elektrárna
Nc	Celkový dusík
NL	Nerozpuštěné Látky
NMJ	Nová mokrá jímka směsného surového kalu
N-NH4	Amoniakální dusík
NVL	Nová Vodní Linka
NPT	Nízko Potencionální Teplo
OL	Organické látky
OVK	Odvodněný Kal
OZE	Obnovitelné Zdroje Energie
PČOV	Pobočné Čistírny Odpadních Vod
POA	Ozáření, které dopadá na nakloněný povrch.
Pc	Celkový fosfor
PD	Projektová Dokumentace
PK	Přebytečný Kal
PRE	Pražská energetika a.s.
PŘ	Provozní řád
PS	Provozní soubor
ŘS	Řídicí Systém
ŘIS	Řídicí a Informační Systém
SK	Surový Kal, v případě NVL směs primárního a terciárního kalu
SMJ	Stará mokrá jímka směsného surového kalu
SO	Stavební objekt
SSK	Směsný Surový Kal
SVL	Stávající Vodní Linka
TAD	Termofilní anaerobní stabilizace (Thermophilic Anaerobic Digestion)
TČ	Tepelné čerpadlo

TPAD	Teplozně fázovaná anaerobní stabilizace kalů (Thermophilic Phased Anaerobic Digestion)
THP	Termická hydrolyza (Thermal Hydrolysis Process)
TUV	Teplá Užitková Voda
TVS	TeploVodní Strojovna
ÚČOV	Ústřední Čistírna Odpadních Vod
UN	Usazovací Nádrže
VAC	V (Volty) AC (střídavého napětí)
VDC	V (Volty) DC (stejnoseměrného proudu)
VL	Veškeré Látky
VK	Vyhnílý Kal
VL ZŽ	Veškeré Látky - Ztráta Žiháním
VN	Vyhnívací Nádrž
VOV	Vyčištěné Odpadní Vody
ZOV	Zásady Organizace Výstavby
ZPK	Zahuštěný Přebytný Kal
ZS	Zařízení Staveniště

O. SEZNAM PŘÍLOH

- 1. TECHNICKÁ ZPRÁVA**
- 2. ZÁKLADNÍ SCHÉMATA**
 - 2.1. Blokové schéma kalového hospodářství – stávající stav
 - 2.2. Blokové schéma kalového hospodářství – cílový stav
 - 2.2.1. Technologické schéma pro kalové hospodářství
 - 2.2.2. Technologické schéma pro plynové hospodářství
 - 2.3. Blokové schéma energetického hospodářství – stávající stav
 - 2.4. Blokové schéma energetického hospodářství – výhledový stav
 - 2.5. Přehledové schéma napájení - výchozí stav před modernizací KEH
 - 2.6. Přehledové schéma napájení - navrhovaný stav
- 3. SITUAČNÍ VÝKRESY**
 - 3.1. Situace stávajícího stavu – Kalové a energetické hospodářství
 - 3.2. Situace cílového stavu – Kalové a energetické hospodářství
 - 3.3. Variantní řešení uspořádání KH – varianta č.1
 - 3.4. Variantní řešení uspořádání KH – varianta č.2
 - 3.5. Situace ZOV
- 4. VIZUALIZACE**
- 5. ETAPIZACE VÝSTAVBY**

Situace etapizace výstavby
- 6. HARMONOGRAM PŘÍPRAVY A REALIZACE**
- 7. ANALÝZA ŘEŠENÍ ENEROCENTRA ÚČOV**
 - 7.1. SWOT analýza
 - 7.2. Multikriteriální analýza
- 8. MODEL ENERGETICKÉ BILANCE ÚČOV**

9. DOKLADOVÁ ČÁST

- 9.1. Přehledné výstupy ze „Studie proveditelnosti KH 2019“
- 9.2. Výstupy z návrhu FVE
 - 9.2.1. 1. etapa simulace – Varianta A
 - 9.2.2. 1. etapa simulace - Varianta B
 - 9.2.3. 2. etapa simulace
- 9.3. Analýza základních variant zahuštění přebytečného kalu
- 9.4. Analýza základních variant odvodnění kalu
- 9.5. Analýza zpracování fugátu

10. HLAVNÍ STAVEBNÍ OBJEKTY

10.1. SO 01 – Bourací práce

- 10.1.1. Situace objektů určených k odstranění
- 10.1.2. Vyhnivací nádrže – půdorys 1.PP
- 10.1.3. Vyhnivací nádrže – půdorys 1.NP
- 10.1.4. Vyhnivací nádrže – půdorys 2.NP
- 10.1.5. Vyhnivací nádrže – půdorys střecha
- 10.1.6. Vyhnivací nádrže – půdorys prstenec
- 10.1.7. Vyhnivací nádrže – řez 1-1' a řez 2-2'
- 10.1.8. Vyhnivací nádrže – řez A-A' a řez B-B'
- 10.1.9. Vyhnivací nádrže – pohled severní a jižní
- 10.1.10. Vyhnivací nádrže – pohled východní a západní
- 10.1.11. Manipulační nádrže – půdorys 2.PP
- 10.1.12. Manipulační nádrže – půdorys 1.PP
- 10.1.13. Manipulační nádrže – půdorys 1.NP
- 10.1.14. Manipulační nádrže – půdorys 2.NP
- 10.1.15. Manipulační nádrže – půdorys 3.NP
- 10.1.16. Manipulační nádrže – půdorys 4.NP
- 10.1.17. Manipulační nádrže – řezy
- 10.1.18. Manipulační nádrže – pohledy
- 10.1.19. Bioplyn – půdorys, řezy
- 10.1.20. Bioplyn – pohledy
- 10.1.21. Plynová kotelna – půdorysy
- 10.1.22. Plynová kotelna – řezy
- 10.1.23. Plynová kotelna – pohledy
- 10.1.24. Odstředivkárna – půdorys 1.pp
- 10.1.25. Odstředivkárna – půdorys 1.np
- 10.1.26. Odstředivkárna – řezy
- 10.1.27. Odstředivkárna - pohledy
- 10.1.28. Elektrodílna – půdorys 1.np, řezy, pohledy
- 10.1.29. Sauna – půdorys 1.np, řezy, pohledy

10.2. SO 02 – Směsná jímka – NEOBSAZENO

10.3. SO 03 – Vyhňivací nádrže

- 10.3.1. Vzorový půdorys 1.np
- 10.3.2. Řez A-A
- 10.3.3. Řez B-B

10.4. SO 04 – Manipulační nádrže

- 10.4.1. Půdorys
- 10.4.2. Řezy

10.5. SO 05 – Objekt zahušťování kalů

- 10.5.1. Půdorys
- 10.5.2. Řezy

10.6. SO 06 – Plynojem

- 10.6.1. Půdorys
- 10.6.2. Řezy

10.7. SO 07 – Úprava bioplynu

- 10.7.1. Půdorys 1.NP a řezy (SO 07.1)
- 10.7.2. Půdorys 1.NP a řezy (SO 07.2)

10.8. SO 08 – Hořáky zbytkového plynu

- 10.8.1. Půdorys a řezy

10.9. SO 09 – Energocentrum ÚČOV

- 10.9.1. Půdorys 1.NP a řezy

10.10. SO 10 – Objekt strojního odvodnění a nakládání odvodňovaného stabilizovaného kalu

- 10.10.1. Půdorys 1.NP
- 10.10.2. Řezy

10.11. SO 11 – Ostatní budovy a objekty

- 10.11.1. Půdorys a řez – objekt deratizace
- 10.11.2. Půdorys a řez – nové dílny
- 10.11.3. Půdorys a řez – staré dílny

- 10.11.4. Půdorys a řez – mistrovna
- 10.11.5. Půdorys a řez – sklad tlakových lahví
- 10.11.6. Půdorys a řez – sklad hořlavin
- 10.11.7. Půdorys a řez – elektrodílny

10.12. SO 12 – Spojovací potrubí

- 10.12.1. Hříbek – půdorysy, řezy, pohledy

10.13. SO 13 – Komunikace a zpevněné plochy – NEOBSAZENO

10.14. SO 14 – Stavební příprava pro FVE - NEOBSAZENO

Variantní objekty:

10.15. SO 15 – Objekt příjmu a přípravy gastroodpadů

- 10.15.1. Půdorys a řezy

10.16. SO 16 – Objekt na úpravu fugátu

- 10.16.1. Půdorys a řezy

10.17. SO 17 – Objekt post-THP

- 10.17.1. Půdorys a řezy