

Návrh systému nakládání s biologicky rozložitelnými odpady (BO) na území statutárního města Brna



Prof. RNDr. Jiří Hřebíček, CSc.

Předmět studie

Návrh systému je řešení nakládání s biologicky rozložitelnými složkami komunálních odpadů vzniklých při činnosti fyzických osob na území statutárního města Brna, a to:

- 1) 20 01 08 - Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven (konkrétně z domácností);
- 2) 20 02 01 - Biologicky rozložitelný odpad (konkrétně odpad ze zahrad u bytových a rodinných domů).
- 3) Biologicky rozložitelná část z 20 03 01 – Směsný komunální odpad

Dále budeme nazývat **bioodpady** zkráceně **BO**.

Odpadové hospodářství města Brna

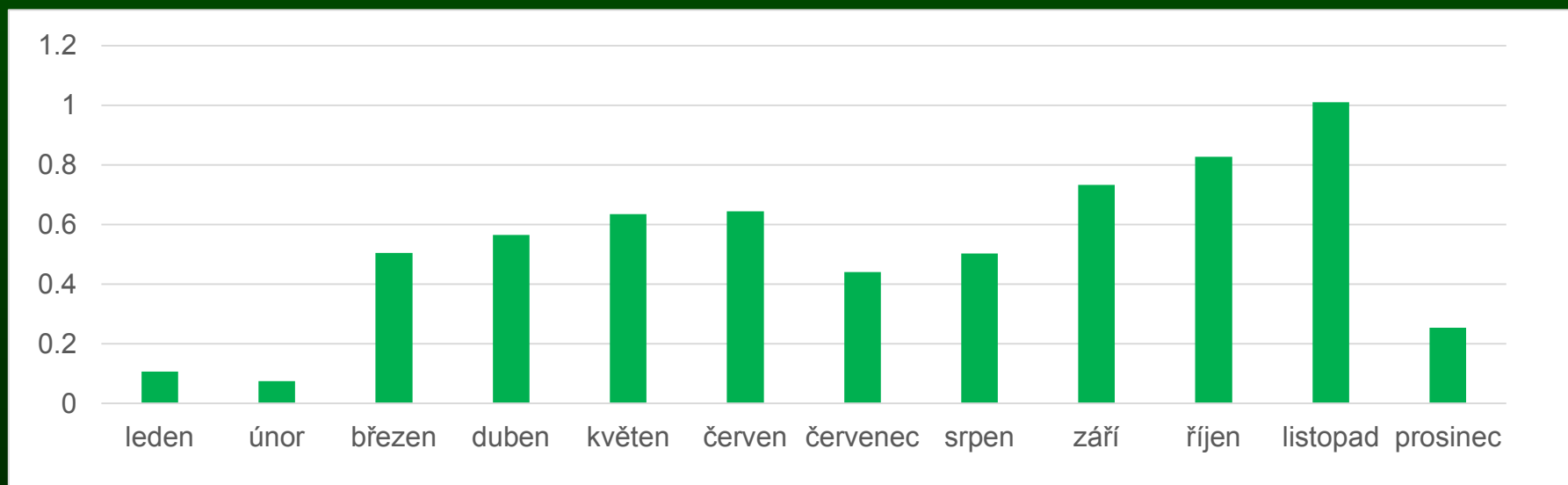
System města Brna v odpadovém hospodářství , zahrnuje 3 základní subsystémy:

- **Sběr směsného komunálního odpadu (SKO)** - sběrné nádoby umístěné u jednotlivých nemovitostí na 230 km² území města.
- **Sběrná střediska odpadů (SSO), kterých je 37 a provozuje je SAKO Brno a.s.**, kde mohou občané odložit objemné odpady (odpady, které vzhledem ke své velikosti a charakteru /např. stavební odpady / nelze ukládat do sběrných nádob na směsný komunální odpad), materiálově využitelné složky komunálního odpadu (papír, PET-lahve, nápojové kartony, sklo, kovy, odpady ze zeleně apod.) a nebezpečné složky komunálního odpadu.
- **Sběr materiálově využitelných složek komunálního odpadu** – sběrné nádoby rozmístěné na veřejně přístupných místech po celém území města (papír, sklo a směs PET- lahve, nápojové kartony a hliníkové obaly od nápojů).



Produkce bioodpadu z odděleného sběru na SSO

rok	2012	2013	2014	2015
Produkce BO z SSO [t]	2 148	2 530	2 451	2 322
Produkce BO z SSO na obyvatele [kg/obyv.]	5,67	6,69	6,49	6,30
Produkce SKO[t]	68 582	67 522	66 866	66 684
Produkce SKO na obyvatele [kg/obyv.]	180,97	178,48	177,12	176,67
podíl BO z SSO/SKO [%]	3,13%	3,75%	3,66%	3,56%



Produkce biodpadu v SSO

SSO	2012	2013	2014	2015	Kontejnery
ADAMOVSká	29,59	45,44	43,30	35,94	1
ATRIOVá	100,69	100,02	114,79	96,21	2
BIEBLOVA	50,31	67,63	60,46	67,04	1
BRATRŮ ŽŮRKŮ	22,58	26,39	20,68	16,84	1
DROZDÍ	10,02	12,20	12,66	11,31	1
DUSÍKOVA	60,30	73,52	66,26	81,70	1
HAPALOVA	226,60	246,60	259,07	258,59	4
HŮSKOVA	47,60	52,92	40,41	56,98	1
J. FAIMONOVÉ	93,86	119,87	137,21	142,45	1
J. SVOBODY	35,59	34,50	38,44	56,42	1
KOREJSKá	26,78	37,39	41,57	31,79	1
KOŠULIČOVA	45,27	57,44	57,15	56,55	1
LÍŠEŇSKá	28,78	33,61	51,13	42,23	1
MALÍNSKá	66,36	61,40	72,28	73,18	1
MIKULČICKá	8,00	13,47	20,65	17,60	1
MÍROVá	25,43	28,43	40,36	29,38	1
NEZAMYSLOVA	107,82	125,33	2,08	x	0
OBLá	13,90	16,29	16,63	22,77	1
OKRUŽNÍ	22,25	28,36	25,28	29,96	1
PASTVINY	64,37	56,04	66,40	77,01	1

Produkce BO v SSO

PÁTEŘNÍ	89,67	121,66	104,51	111,36	1
PLÁSTKY	27,78	36,49	30,13	33,43	1
PLYNÁRENSKÁ	6,93	9,33	13,50	10,61	1
POD KOPCEM	103,53	103,05	118,17	115,22	1
PRAŽSKÁ	65,31	75,38	76,81	82,02	1
RYSOVA	91,32	115,42	117,27	97,16	1
SLADOVNICKÁ	45,69	62,26	63,54	54,66	1
SOCHOROVA	89,28	121,44	134,57	109,89	2
TOČNÁ	17,89	29,87	36,84	36,70	1
U ZOO	15,17	21,74	28,63	29,45	1
UKRAJINSKÁ	55,71	66,11	63,90	60,89	1
ÚTĚCHOVSKÁ	74,80	91,52	93,39	88,85	1
VAŇKOVO NÁM.	135,63	149,21	67,29	x	0
VEVEŘÍ	21,74	32,15	54,84	90,33	1
VÍDEŇSKÁ-JÍLOVA	17,14	18,07	24,37	23,90	1
VLTAVSKÁ	13,81	12,07	13,29	12,98	1
ZÁMECKÁ	68,55	90,50	88,26	93,73	1
ZEMANOVA	108,47	119,31	114,04	103,29	2
ŽEBĚTÍNSKÁ	13,32	17,38	20,61	17,61	1
Celkový součet	2 147,84	2 529,81	2 450,77	2 376,03	43

Domácí kompostování

- V období 2010-2015 občané začali používat pro domácí kompostování BO celkem 1090 kompostérů o objemu 570,7 m³, což představuje objem více než 71 kontejnerů na BO na SSO, kterých je umístěno celkem 43 v 37 SSO.
- Rada města Brna schválila v dne 13. září 2016 nákup 150 ks kompostérů typu K400 objemu 400 litrů a 290 ks kompostérů typu K950 objemu 950 litrů.

Počet a objem kompostérů pořízených od roku 2012 do 2016:

Typ/ rok	2012	2013	2015	2016	Objem [l]
K390 [ks]	350				784 680
K720 [ks]	10				7 200
K400 [ks]		500		150	260000
K950 [ks]				290	275 500
ThermoKing900 [ks]		30			270 00
Thermostar1000[ks]			200		200 000
Objem [l]	791 880	227 000	200 000	335 500	1 554 380

Domácí kompostování

- Kapacita domácích kompostérů se v 2016 navýšila o 440 ks a objem 335,5 m³, což představuje necelých 68 kontejnerů na BO na SSO.
- Takže konce roku 2016 kapacita domácích kompostérů u občanů představuje kapacitu 139 kontejnerů na BO na SSO a převyšuje ji třikrát. Domácí kompostování tak může významně přispívat k prevenci BO a pomáhá snižovat jeho množství v SKO, což je vidět v poklesu produkce SKO v období 2012-2015.
- Občané plní kompostér v průběhu celého roku a hotový kompost v průměru tvoří necelou polovinu objemu materiálu v kompostérech. Objem vloženého materiálu klesá v průběhu roku na 20 % (tzn. z každých 100 l vloženého materiálu zbylo ve výsledku pouhých 20 l), hmotnost materiálu se sníží až na 24 % (z každých 100 kg materiálu, uloženého do kompostéru, zbude po roce 24 kg) .
- Občané mohou odklonit kompostování v kompostérech od roku 2016 polovinu z 1 554 m³ BO ukládaného na SSO, tj. 779 m³, což činí cca 700 tun BO, tj. asi 1/3 množství BO, která jsou sesbírána na SSO.

Identifikace jednotlivých typů zástavby

Návrh sběru BO byl proveden s ohledem na zastoupení různých typů zástavby ve městě Brně ve členění podle jednotlivých městských částí. Pro potřeby návrhu byly rozlišeny 4 typy zástavby:

- 1. Venkovská zástavba** – charakteristická rodinnými domy s produkčními zahradami, ve kterých je možné umístit kompostér. Odpad z domů ve venkovské zástavbě je sbírán do malých nádob (typicky 120 l) umístěných u jednotlivých domů individuálně (ve vlastnictví svozové společnosti nebo vlastníka nemovitosti). V současnosti dochází k postupné přeměně části této zástavby na zástavbu vilového typu. Zástavba tohoto typu je typická např. pro městské části Žebětín, Ořešín nebo Chrlice.
- 2. Vilová zástavba** – charakteristická rodinnými domy bez produkčních zahrad, obvykle pouze s dekorativní funkcí (trávníky, dřeviny). Umístění kompostérů je ve většině případů možné, ale lze očekávat nižší ochotu ke kompostování vzhledem k horší kvalitě substrátu převážně z posečené trávy a případné prořezávky dřevin (nevhodný poměr C/N). Do vilové zástavby byly zařazeny rovněž nově budovaná sídliště rodinných domů na okraji města a předměstská zástavba přízemních domů v ucelených blocích se dvorky uzavřenými uvnitř bloku. Typická je tato zástavba např. pro městské části střed (Masarykova čtvrť), Kníničky, Jehnice, Tuřany či Útěchov.

Návrh systému sběru dle typů jednotlivých oblastí

- 3. Sídlištní zástavba** – charakteristická především pro panelová sídliště a nově budované bytové domy bez vnitrobloků a zahrad. Zástavba je typická svozem odpadu z velkoobjemových kontejnerů (1 100 l) a nemožností provozovat kompostéry. Typicky ve městských částech sever (Lesná), Bohunice, Vinohrady, Kohoutovice či Bystrc.
- 4. Blokovaná zástavba** – charakteristická staršími bytovými domy s vnitrobloky v intenzivní zástavbě městského centra. Sběr směsného odpadu probíhá do malých nádob umístěných v jednotlivých domech ve větších počtech a sdílených obyvateli všech bytů v domě. Umístění kompostérů v blokované zástavbě je možné ve vnitroblocích a na dvorech bytových domů, lze však očekávat menší ochotu obyvatel k provozování kompostérů z důvodu sdílení jednoho kompostéru obyvateli více bytů a ztíženými možnostmi uplatnění vznikajícího kompostu. Tento typ zástavby je typický především pro městskou část střed, dále v menší míře Královo Pole a některé nově vybudované domy s vnitrobloky v Medlánkách.

Pro jednotlivé městské části ve městě Brně byl stanoven počet obyvatel (dle posledních dostupných údajů ze sčítání lidu v roce 2011) a podíl obyvatel žijících v daných typech zástavby.

Analýza zástavby městských částí

Brno se dělí na 29 samosprávných městských částí s vlastním zastupitelstvem, starostou, radou a také vlastním znakem a vlajkou, město Brno se celkově skládá ze 48 katastrálních území.

Analyzovali jsme každou městskou část zvlášť s využitím GIS a map MČ a na základě sčítání lidu 2011.

Příklad: Z analýzy mapy MČ Brno Bohunice je proveden procentuální odhad jednotlivých typů zástavby.

Městská část Brno Bohunice

počet obyvatel 2011	14 683
obydlené domy	567
obydlené byty	6 220
obydlené byty v rodinných domech	453
obydlené byty v bytových domech	5 702
obydlené byty v ostatních budovách	65
vilová zástavba	5%
venkovská zástavba	2%
bytové domy bez zahrad	93%
bloková zástavba	0%

Mapa městské části Brno Bohunice



0 55 110 220 Metrů

Analýza zástavby městských částí

celkově ve vilové zástavbě města Brna žije 9,9% obyvatel, ve venkovské zástavbě města Brna 11,2% obyvatel, v bytových domech bez zahrad (sídlíště) 58,6% obyvatel a v blokové zástavbě města Brna 20,3% obyvatel.

městská část	počet obyvatel 2011	obydlené domy	obydlené byty	obydlené byty v rodinných domech	obydlené byty v bytových domech	obydlené byty v ostatních budovách	vilová zástavba	venkovská zástavba	bytové domy bez zahrad (sídlíště)	bloková zástavba
Brno-Bohunice	1 4683	567	6 220	453	5 702	65	5%	2%	93%	0%
Brno-Bosonohy	2 457	632	842	722	112	8	16%	70%	10%	4%
Brno-Bystrc	2 4218	1 210	10 617	638	9 867	112	0%	6%	91%	3%
Brno-Černovice	8 024	924	3 395	954	2 406	35	0%	28%	72%	0%
Brno-Chrlice	3 722	719	1 290	798	477	15	0%	62%	38%	0%
Brno-Ivanovice	1 746	469	566	508	48	10	30%	60%	4%	6%
Brno-Jehnice	1 102	313	376	333	43	0	49%	40%	10%	1%
Brno-jih	9 690	1 223	3 494	1 189	2 210	95	0%	34%	66%	0%
Brno-Jundrov	4 132	747	1 724	838	873	13	20%	29%	39%	12%
Brno-Kníničky	1 006	283	337	305	27	5	86%	5%	9%	0%
Brno-Kohoutovice	12 621	870	5 458	672	4 677	109	8%	4%	88%	0%
Brno-Komín	7 457	1 054	3 271	968	2 290	13	15%	15%	70%	0%
Brno-Královo Pole	28 674	2 529	12 486	1 926	10 430	130	10%	5%	45%	40%
Brno-Líšeň	26 781	2 475	10 667	2 297	8 345	25	5%	17%	73%	5%
Brno-Maloměřice a Obřany	5 621	1 293	2 175	1 443	630	102	16%	50%	34%	0%
Brno-Medlánky	5 898	526	2438	453	1 978	7	4%	15%	53%	28%
Brno-Nový Lískovec	11 349	461	4429	387	4 034	8	2%	7%	91%	0%
Brno-Ořešín	577	164	187	185	0	2	0%	99%	0%	1%
Brno-Rečkovice a Mokrá Hora	15 486	2 111	6 640	2 146	4 439	55	12%	20%	68%	0%
Brno-sever	47 643	4 521	21 708	3 828	17 697	183	12%	6%	70%	12%
Brno-Slatina	9 360	1 115	3 702	934	2 727	41	12%	13%	69%	6%
Brno-Starý Lískovec	12 931	591	5 543	468	5 061	14	8%	0%	85%	7%
Brno-střed	64 316	4 098	28 209	1 871	25 945	393	5%	2%	16%	77%
Brno-Tuřany	5 674	1 576	1 825	1 745	63	17	96%	0%	4%	0%
Brno-Útěchov	760	220	263	236	25	2	90%	0%	10%	0%
Brno-Vinohrady	13 361	203	5 262	34	5 215	13	1%	0%	99%	0%
Brno-Žabovřesky	21 047	2 679	9 659	2 569	7 021	69	15%	12%	70%	3%
Brno-Žebětín	3 577	839	1 264	912	339	13	22%	50%	25%	3%
Brno-Židenice	22 000	3 288	9 549	3 395	6 080	74	16%	20%	44%	20%
Celkem	385 913						9,9%	11,2%	58,6%	20,3%

Odhad bioodpadu obsaženého ve SKO

Analýza obsahu bioodpadu v SKO

Hřebíček a kol., v roce 2010 provedl analýzu, kde našel, že podíl BO v SKO činí 22%, v období 2012-2015 však množství BO v SKO klesalo z 15 088 tun, tedy 39,81 kg/obyv. v roce 2012 na 14 670 tun, tedy 38,87 kg/obyv. v roce 2015, což by v průměru činilo 39,23 kg/obyv. ročně.

Odhad množství BO (22%), podle studie (Hřebíček a kol., 2010), odklonitelného z SKO v letech 2012-2015 [t].

rok	2012	2013	2014	2015
Odhad produkce BO [t]	15 088	14 855	14 711	14 670
Odhad produkce BO na obyvatele [kg/obyv.]	39,81	39,26	38,97	38,87
Produkce SKO[t]	68 582	67 522	66 866	66 684
Produkce SKO na obyvatele [kg/obyv.]	180,97	178,48	177,12	176,67

Akuální analýzy obsahu bioodpadu v SKO

V poslední době proběhla řada dalších analýz složení SKO, které zadalo SAKO několika zpracovatelům. Tyto analýzy jsme vyhodnotili a v následující tabulce jsou shrnuty výsledky analýz složení SKO od roku 2010, které prováděly společnosti QZP s.r.o., GREEN Solution s.r.o. a AOS EKO-KOM ve třech typech zástavby (venkovská, vilová, sídlištní), přičemž považujeme **výsledky analýz ze sídlištní zástavby za identické s blokovou zástavbou.**

Analýza množství BO odklonitelného z SKO v různých typech zástavby

Zástavba \měsíc analýzy	XI 2010	VI 2011	XII 2013	X 2014	XII 2014	X 2015	II 2016	V 2016	Median
venkovská	34,08	38,35	22,53	21,87	17,81	19,81	23,5	9,6	22,20
vilová	31,06	39,06	21,81			34,05		34,5	34,05
sídlištní	24,36	17,1	17,49	15,99	12,71	14,93	16,7	13,9	16,35
bloková	24,36	17,1	17,49	15,99	12,71	14,93	16,7	13,9	16,35
zpracovatel analýzy	QZP	QZP	QZP	EKO- KOM	EKO- KOM	Green Solution	EKO- KOM	EKO- KOM	



Odhad bioodpadu obsaženého v SKO

Celkově ve vilové zástavbě města Brna žije 9,9% obyvatel, ve venkovské zástavbě města Brna 11,2% obyvatel, v bytových domech bez zahrad (sídlíště) 58,6% obyvatel a v blokové zástavbě města Brna, 20,3% obyvatel. Na základě těchto údajů vypočteme **vážený průměrný podíl BO v SKO ve městě Brně, který činí 18,76%**.

měsíc	SKO [kg]		BO 18,76% [kg]		BO 22% [kg]	
	celkem	na obyv.	celkem	na obyv.	celkem	na obyv.
leden	5 245 523	13,90	984 060	2,61	1 154 015	3,06
únor	4 620 120	12,24	866 735	2,30	1 016 427	2,69
březen	5 565 988	14,75	1 044 179	2,77	1 224 517	3,24
duben	5 622 655	14,90	1 054 810	2,79	1 236 984	3,28
květen	5 301 996	14,05	994 654	2,64	1 166 439	3,09
červen	5 758 829	15,26	1 080 356	2,86	1 266 942	3,36
červenec	5 674 288	15,03	1 064 496	2,82	1 248 343	3,31
srpen	5 343 083	14,16	1 002 362	2,66	1 175 478	3,11
září	5 792 391	15,35	1 086 653	2,88	1 274 326	3,38
říjen	5 972 655	15,82	1 120 470	2,97	1 313 984	3,48
listopad	5 758 458	15,26	1 080 287	2,86	1 266 861	3,36
prosinec	6 028 014	15,97	1 130 855	3,00	1 326 163	3,51
celkem	66 684 000	176,67	12 509 918	33,14	14 670 480	38,87
průměr	5 557 000	14,72	1 042 493	2,76	1 222 540	3,24

Odhad výhřevnosti zbytkového SKO po vyseparování BO

Pokud by se zavedlo celoplošného třídění BO ve městě Brně, které by se odklonilo BO z SKO, kde budeme předpokládat zapojení 20%, 40%, 60% a 80% a 100% obyvatel, tak množství odkloněného BO z SKO by se snižovalo, viz tabulka. Za tohoto předpokladu nebude mít tato separace BO podstatný vliv na změnu výhřevnosti spalovaných odpadů.

Výše uvedené výpočty vychází z předpokladu 100 % separace BO z SKO. V následující tabulce je uvedena výhřevnost a množství zbytkového SKO v závislosti na procentuálním zapojení občanů do separovaného sběru BO.

Zapojení občanů [%]	Výhřevnost [MJ/kg]	Složení SKO		Množství SKO	
		BO [%]	zbytkový SKO [%]	BO [t]	zbytkový SKO [t]
100%	10,12	18,76%	81,24%	12 510	54 174
80%	9,86	15,01%	84,99%	10 008	56 676
60%	9,63	11,26%	88,74%	7 506	59 178
40%	9,42	7,50%	92,50%	5 004	61 680
20%	9,22	3,75%	96,25%	2 502	64 182

Městské části

Městská část	<i>Obyv</i>	<i>N_{domy}</i>	<i>N_{byt}</i>	<i>N_{byt_rod}</i>	<i>Z_{vil}</i>	<i>Z_{ven}</i>	<i>Z_{sid}</i>	<i>Z_{blo}</i>
Bohunice	14 683	567	6 220	453	5%	2%	93%	0%
Bosonohy	2 457	632	842	722	16%	70%	10%	4%
Bystrc	24 218	1 210	10 617	638	0%	6%	91%	3%
Černovice	8 024	924	3 395	954	0%	28%	72%	0%
Chrlice	3 722	719	1 290	798	0%	62%	38%	0%
Ivanovice	1 746	469	566	508	30%	60%	4%	6%
Jehnice	1 102	313	376	333	49%	40%	10%	1%
Brno Jih	9 690	1 223	3 494	1 189	0%	34%	66%	0%
Jundrov	4 132	747	1 724	838	20%	29%	39%	12%
Kníničky	1 006	283	337	305	86%	5%	9%	0%
Kohoutovice	12 621	870	5 458	672	8%	4%	88%	0%
Komín	7 457	1 054	3 271	968	15%	15%	70%	0%
Královo Pole	28 674	2 529	12 486	1 926	10%	5%	45%	40%
Líšeň	26 781	2 475	10 667	2 297	5%	17%	73%	5%
Maloměřice a Obřany	5 621	1 293	2 175	1 443	16%	50%	34%	0%
Medlánky	5 898	526	2 438	453	4%	15%	53%	28%
Nový Lískovec	11 349	461	4 429	387	2%	7%	91%	0%
Ořešín	577	164	187	185	0%	99%	0%	1%
Řečkovice a Mokrá Hora	15 486	2 111	6 640	2 146	12%	20%	68%	0%
Brno Sever	47 643	4 521	21 708	3 828	12%	6%	70%	12%
Slatina	9 360	1 115	3 702	934	12%	13%	69%	6%
Starý Lískovec	12 931	591	5 543	468	8%	0%	85%	7%
Brno Střed	64 316	4 098	28 209	1 871	5%	2%	16%	77%
Tuřany	5 674	1 576	1 825	1 745	70%	26%	4%	0%
Útěchov	760	220	263	236	55%	35%	10%	0%
Vinohrady	13 361	203	5 262	34	1%	0%	99%	0%
Žabovřesky	21 047	2 679	9 659	2 569	15%	12%	70%	3%
Žebětín	3 577	839	1 264	912	22%	50%	25%	3%
Židenice	22 000	3 288	9 549	3 395	16%	20%	44%	20%
Celkem	38 5913	37 700	16 3596	33 207	9%	12%	59%	20%

Model sběru a svozu odpadů

- Potenciál maximálního zájmu o kompostéry:

Městská část	$z\u00e1jem_{max}$ $\delta = 20 \%$ [ks]	$z\u00e1jem_{max}$ $\delta = 40 \%$ [ks]	$z\u00e1jem_{max}$ $\delta = 60 \%$ [ks]	$z\u00e1jem_{max}$ $\delta = 80 \%$ [ks]	dodané kompostéry [ks]
Bohunice	35	70	105	140	12
Bosonohy	70	140	210	280	14
Bystrc	65	130	195	260	27
Černovice	95	191	286	382	10
Chrlice	80	160	240	319	7
Ivanovice	49	98	147	196	0
Jehnice	28	55	83	111	0
Brno jih	119	238	357	476	13
Jundrov	75	149	224	298	15
Kníničky	21	42	63	84	2
Kohoutovice	53	105	158	210	24
Komín	81	161	242	322	23
Královo Pole	180	360	540	720	43
Líšeň	215	430	646	861	42
Maloměřice a Obřany	133	265	398	530	29

Model sběru a svozu odpadů

- Potenciál maximálního zájmu o kompostéry:

Městská část	$z\u00e1jem_{max}$ $\delta = 20 \%$ [ks]	$z\u00e1jem_{max}$ $\delta = 40 \%$ [ks]	$z\u00e1jem_{max}$ $\delta = 60 \%$ [ks]	$z\u00e1jem_{max}$ $\delta = 80 \%$ [ks]	dodané kompostéry [ks]
Medlánky	46	92	138	184	9
Nový Lískovec	36	72	107	143	10
Ořešín	21	41	62	82	0
Řečkovice a Mokr\u00e1 Hora sever	188	376	564	752	70
Slatina	311	621	932	1 243	46
Star\u00fd L\u00edskovec st\u0159ed	80	161	241	322	21
Tu\u0159any	32	64	97	129	10
Út\u011bchov	258	516	775	1 033	107
Vinohrady	134	267	401	535	24
Žabov\u0159esky	19	38	57	75	21
Žeb\u011bt\u00edn	2	5	7	9	21
Židenice	211	422	633	843	49
Celkem	83	166	249	332	371
	305	610	914	1 219	70
	3 023	6 046	9 069	12 092	1 090

Varianty v modelu

Varianta č. 1/1b: sběr zejména do nádob umístěných na veřejných prostranstvích (velké nádoby)/ s absolutní ochotou třídit

Varianta č. 2/2a: sběr do nádob umístěných u jednotlivých nemovitostí (malé nádoby podle produkce/počtu domácností)

Varianta č. 2b: sběr do nádob umístěných u jednotlivých nemovitostí kromě sídlišť a poloviny bloků (malé nádoby podle počtu domácností)

Varianta č. 3/3a: pouze domácí kompostování (kompostéry podle skutečné produkce/ počtu domácností)

Varianta č. 3b: pouze domácí kompostování (kompostéry podle počtu domácností) s absolutní ochotou třídit mimo sídliště

Varianta č. 4/4a: optimální kombinace systémů sběru a svozu (kompostéry podle skutečné produkce/ počtu domácností)

Varianta č. 4b: kombinace velkých nádob v sídlištích napůl s malými nádobami v blocích a pouze malými nádobami jinde (dle domácností)

Varianta č. 5b: kombinace velkých nádob v sídlištích napůl s kompostéry v blocích a pouze kompostéry jinde (dle domácností)

Ekonomické vyhodnocení

	Podíl zapojených obyvatel 40 %			Podíl zapojených obyvatel 60 %			Podíl zapojených obyvatel 80 %			Podíl zapojených obyvatel 100 %		
Variant a	cena [Kč]	měrná cena [Kč/t]	účinnosť [%]	cena [Kč]	měrná cena [Kč/t]	účinnosť [%]	cena [Kč]	měrná cena [Kč/t]	účinnosť [%]	cena [Kč]	měrná cena [Kč/t]	účinnosť [%]
1	1 517 362	593	20 %	2 434 753	584	33 %	3 624 909	581	49 %	4 185 242	581	56 %
1b	1 659 209	579	22 %	3 114 684	574	43 %	5 099 424	572	70 %	7 745 744	571	100 %
2	886 957	744	9 %	1 661 092	743	18 %	2 196 863	742	23 %	2 441 129	742	26 %
2a	7 990 550	3 206	20 %	11 985 824	3 206	29 %	15 981 099	3 206	39 %	19 976 374	3 206	49 %
2b	10 120 231	4 060	20 %	15 180 346	4 060	29 %	20 240 461	4 060	39 %	25 300 577	4 060	49 %
3	0	0	11 %	0	0	19 %	0	0	25 %	0	0	30 %
3a	0	0	19 %	0	0	29 %	0	0	39 %	0	0	48 %
3b	0	0	20 %	0	0	29 %	0	0	39 %	0	0	49 %
4	1 547 704	599	20 %	2 466 349	588	33 %	3 646 380	584	49 %	4 223 048	584	57 %
4a	8 625 475	2 754	25 %	12 959 414	2 604	39 %	17 388 578	2 488	55 %	21 976 520	2 369	73 %
4b	10 559 030	3 508	40 %	15 854 128	3 469	60 %	21 292 618	3 354	80 %	26 794 209	3 268	100 %
5b	386 749	792	40 %	576 094	767	60 %	811 066	757	80 %	1 137 296	751	100 %

Ekonomické vyhodnocení

Při zachování stávajícího systému sběru a svozu bioodpadu ze SSO se současné náklady na odpadové hospodářství města Brna nezmění.

V průběhu 2015 bylo na SSO sebráno 2 322 tun BO, které byly odkládány do nádob o objemu 9 m³ a 14 m³. Při přepravě nádob s BO o objemu 9 m³ ze SSO na Centrální kompostárnu Brno ujeto 21 466 km a při přepravě nádob s BO o objemu 14 m³ ze SSO na Centrální kompostárnu Brno bylo ujeto 18 976 km.

**Celkové náklady v roce 2015 na svoz a manipulaci s BO činily
1 365 545,- Kč, tj. cca 588,- Kč/t.**

K těmto nákladům je nutno připočíst náklady (cca 350,- Kč/t), které Centrální kompostárna účtovala za zpracování, což činí cca 812 700,- Kč.

Takže celkové náklady na stávající systém sběru, svozu a zpracování BO z SSO činí

2 178 245,- Kč, tj. cca 938,- Kč/t.

Orientační vyhodnocení vlivů na životní prostředí

V současné době SAKO disponuje moderním vozovým parkem se 30 specializovanými vozidly, která se starají o svoz komunálního a tříděného odpadu. Divize svoz SAKO provozuje 21 vozidel na svoz SKO, 8 vozidel na svoz separovaného odpadu (papír, plasty) a dostatečný počet náhradních vozidel pro zajištění bezvýpadkového svozu odpadů všech komodit, nádob a zástaveb. Dále 15 kontejnerových nakladačů, 4 valníky a mobilní myčku odpadových nádob.

Všechny vozy určené pro svoz odpadu mají nástavby s lineárním stlačováním, které pojmu až 22 m³. Pro svoz bioodpadu se předpokládá použití vozidel značky Mercedes-Benz, která splňují nejpřísnější normy a požadavky na šetrnost k životnímu prostředí i bezpečnost provozu.

Na území města Brna SAKO zajišťuje svoz 55 620 sběrných nádob na SKO a přes 4 tisíce nádob určených k odkládání separovaného odpadu, včetně bioodpadu z SSO.

Orientační vyhodnocení vlivů na životní prostředí

V dalším budeme předpokládat, že v průměru emise CO₂ budou činit 0,5 10⁻⁶ t/km a průměrná spotřeba pohonných hmot u svozových vozidel bude činit 28-30 l/100 km, což je 0,28-30 l/km což při průměrné hmotnosti nafty 800-840 g/l činí cca 0,000224 - 0,000252 t/ km.

- **V roce 2015 při svozu a přepravě SKO na spalovnu najela vozidla SAKO cca 182 372 km což mělo dopad 91,186 kg emisí CO₂ za rok do životního prostředí a spotřebu 40,851 – 45,957 t/rok.**
- **V roce 2015 při svozu a přepravě BO na Centrální kompostárnu najela vozidla SAKO cca 40 442 km což mělo dopad 20,221 kg emisí CO₂ za rok do životního prostředí a spotřebu 9,059 – 10,191 t/rok pohonných hmot.**

Při zachování stávajícího systému sběru SKO a svozu bioodpadu ze SSO se současný dopad 91,186 kg emisí CO₂ ročně do ovzduší při svozu SKO a 20,221 kg emisí CO₂ ročně při svozu BO do ovzduší nezmění.

Nezapočítáváme pevné částice jejichž množství bude stonásobně nižší při stejném počtu ujetých 40 442 km.

Orientační vyhodnocení vlivů na životní prostředí

Realizace systému sběru a svozu biologických odpadů z nádob u občanů

Rozdělením domovního odpadu u občanů do nádob na BO a zbytkový SKO by mělo dojít k prodloužení intervalu zaplnění odpadních nádob na SKO, ale současný optimalizovaný systém svozu SKO se pravděpodobně nezmění, takže zůstane dopad 91,186 kg emisí CO₂ za rok do ovzduší a spotřeba 40,851 – 45,957 t/rok. Dojde navýšení svozu BO podle jednotlivých variant uvedených v kapitole 6.

Kromě toho zde vzniká nutnost zejména v letních měsících nutnost zkracovat intervaly svozu velkých i malých nádob zejména z hygienických důvodů. Tato skutečnost komplikuje optimalizaci logistiky svozu BO, vzroste jak dopad do životního prostředí, tak i jejich cenu svozu.

Výsledkem bude další nárůst dopadu emisí CO₂ do životního prostředí, tak i cena jejich svozu (řádově až na 150% původní ceny).

Vyhodnocení nákladů na KO

Pokud budeme uvažovat alikvotní část dodávek tepla a elektrické energie v roce 2015 od občanů města Brna ve výši 28,8% z celkového množství dodávek tepla a elektrické energie odvozeného na SAKO, tak by se jednalo o produkci celkem

- **293 293 GJ tepla z toho do teplárenské sítě by se dodalo 265 267 GJ a**
- **13 054 MWh elektrické energie, která se dodala do do elektrické sítě.**

Na základě smlouvy se statutárním městem Brnem zajišťovalo SAKO provoz systému shromažďování, sběru, přepravy, třídění, využívání a odstraňování komunálního odpadu na území statutárního města Brna. V souladu s touto smlouvou byly v roce 2015 vyfakturovány služby v celkovém objemu

335 760 tis. Kč (vč. DPH). Jednalo se zejména o tržby za:

- **přepravu komunálního odpadu a sběr nádob – 187 292 tis. Kč (vč. DPH),**
- **odstranění odpadu spalováním – 72 667 tis. Kč (vč. DPH),**
- **pronájem, odvoz a uložení odpadu velkoobjemovými kontejnery – 21 870 tis. Kč (vč. DPH),**
- **separaci odpadu (svoz skla, papíru, směsného plastu, nápojových kartonů a hliníkových obalů) – 31 903 tis. Kč (vč. DPH) a**
- **provozování sběrných středisek odpadů – 17 882 tis. Kč (vč. DPH).**

Vyhodnocení nákladů na SKO

Pokud se nebude zahrnovat do nákladů separace odpadu ve výši 31 903 tis. Kč (vč. DPH), tak náklady na zpracování komunálního odpadu (SKO) v roce 2015 činily:

- **303 857 tis. Kč (vč. DPH), tj.**
- **4 557,- Kč na tunu, nebo**
- **802,-Kč na obyvatele.**

SAKO mělo příjmy za prodej tepla a elektrické energie z energetického využití SKO od občanů města Brna, kde alikvotní část příjmů z prodeje činila:

- **prodej tepla – 55 501 tis. Kč,**
- **prodej elektrické energie – 12 579 tis. Kč.**

Dosažitelné energetické a ekonomické bilance při odklonu BO z SKO

Teplo				Elektřina	
Dodávky celkem		z toho do		Výroba	Dodávky
		Teplárny	Zetor		
Celkem	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[MWh]	[MWh]
stávající SKO	293 293	265 267	27 863	18 015	13 054
SKO bez 18,76% BO se zvýšenou výhřevností	262 384	237 312	24 927	16 116	11 678

Z tabulky je vidět, že při maximálně 100% odkloněného BO z SKO, tj. 12 tisíc tun poklesne produkce tepla i elektrické energie z SKO města Brna, ale je reálný předpoklad, že snížené množství SKO od občanů města Brna bude nahrazeno SKO z Jihomoravského kraje, aby byly naplněny požadavky POH Jihomoravského kraje a ČR na odklon SKO ze skládkování a nahrazení jeho energetickým využitím.

Návrh optimální varianty

Optimální varianta, pokrývající celé území města Brna má následující východiska:

- **Domácí kompostování** v režimu prevence vzniku odpadu bude preferováno oproti oddělenému sběru BO všude, kde je technicky možný provoz domácích kompostérů, čímž bude snižován počet sběrných nádob na oddělený sběr BO (realizace osvěty, využití dotačních programů SFŽP v rámci prevence vzniku odpadů).
- **Venkovská a vilová zástavba:**
 - umístění malých nádob objemu 120 nebo 240 litrů (dle požadavku vlastníka nemovitosti) do každé nemovitosti, nádoby nesmí být umístěny na veřejném prostranství,
 - o realizaci 21 svozů BO za rok (prosinec, leden, únor 1x měsíčně, březen až listopad 2x měsíčně),
 - o pro potřeby vyhodnocení nákladů se uvažuje s pokrytím 25% nádobami 120 litrů a 75% nádobami objemu 240 litrů.
- **Bloková zástavba:**
 - pokrytí svozu BO blokové zástavby se navrhuje jednak malými nádobami 240 litrů umístěnými do vnitrobloků a jednak velkými nádobami 1100 litrů umístěnými na veřejné prostranství,
 - o pokrytí zástavby malými nádobami se pro potřeby vyhodnocení předpokládá 50%, pokrytí velkými nádobami z 50%,
 - o interval svozu velkých nádob 1100 litrů 1x týdně, malé nádoby objemu 240 litrů – 21 svozů za rok.
- **Sídlištní zástavba:**
 - pokrytí svozu BO se navrhuje velkými nádobami objemu 1100 litrů s intervalem svozu 1x týdně,
 - umístění sběrných nádob do nebo vedle kontejnerových stání.

Návrh optimální varianty počtu nádob a ekonomické vyhodnocení

Typ zástavby	nádoby 120 l [ks]	Cena [Kč/rok]	nádoby 240 l [ks]	Cena [Kč/rok]	nádoby 1 100 l [ks]	Cena [Kč/rok]	Celková cena [Kč/rok]
vilová zástavba	3 632	2 200 992	10 898	9 644 730	0	0	11 845 722
venkovská zástavba	4 105	2 487 630	12 317	10 900 545	0	0	13 388 175
sídlištní zástavba	0	0	0	0	422	2 748 064	2 748 064
bloková zástavba	0	0	1 253	1 108 905	73	475 376	1 584 281
celkem	7 737	4 688 622	24 468	21 654 180	495	3 223 440	29 566 242

Zvýšené výdaje města na svoz BO lze kompenzovat snížením výdajů na svoz SKO, a to pouze za předpokladu, že ze sběrné nádoby na SKO bude odkloněno separací BO minimálně 50% objemu.

Návrh optimální varianty

Návrh nejvýhodnějšího řešení pro Brno a doporučení dalšího postupu (včetně případného navržení oblastí vhodných pro uplatnění různých typů nakládání s bioodpadem).

Nejkomplexnější varianta spočívá v umožnění individuálního výběru mezi kompostérem a malou nádobou pro každou nemovitost ve zbývajících 52 % území nepokrytých velkoobjemovými kontejnery, zejména jde o městské části:

- Bosonohy (pouze 4 velkoobjemové nádoby),
- Černovice (pouze 3 velkoobjemové nádoby),
- Chrlice (pouze 4 velkoobjemové nádoby),
- Ivanovice (pouze 4 velkoobjemové nádoby),
- Jehnice (pouze 4 velkoobjemové nádoby),
- Kníničky (pouze 4 velkoobjemové nádoby),
- Maloměřice a Obřany (pouze 3 velkoobjemové nádoby),
- Medlánky (pouze 4 velkoobjemové nádoby),
- Ořešín (0 velkoobjemových nádob),
- Tuřany (pouze 4 velkoobjemové nádoby),
- Útěchov (pouze 4 velkoobjemové nádoby),
- Žebětín (pouze 4 velkoobjemové nádoby), ale také
- Brno střed (kde rovněž navrhujeme díky převažující blokované zástavbě pouze 4 velkoobjemové nádoby).

Návrh optimální varianty

Umístění velkoobjemových nádob by nemělo být problematické ve sběrných hnízdech ve čtvrtích s převažující sídlištní zástavbou:

- Bystrc (21 velkoobjemových nádob),
- Brno sever (17 velkoobjemových nádob),
- Vinohrady (16 velkoobjemových nádob),
- Bohunice (14 velkoobjemových nádob) a ve
- čtvrtích se smíšenou zástavbou sídlišť a rodinných domů,

vzhledem k odklonu až cca 19 % BO z SKO lze očekávat pokles produkce SKO, a tedy ve sběrných hnízdech, kde jsou umístěny 4 a více velkoobjemové kontejnery pro svoz SKO bude možné nahradit jednu z nádob na SKO nádobou na BO.

- Četnost svozu je závislá na změnách produkce BO v průběhu roku.
- Minimální délka periody svozu je stanovena na 7 dnů (z důvodu potenciálního zápachu odpadu).
- Skutečnou frekvenci svozu BO, ale bude zejména v zimním období výrazně snížit (dle provedených analýz až čtyřikrát, tj. na svoz jednou měsíčně, nicméně zkušenosti z jiných měst nejsou v tomto ohledu příliš přenositelné a skutečná hodnota zřejmě vyplyne až z empirického stanovení po zavedení systému).

Návrh optimální varianty

Maximální odhad nákladů na sběr a svoz se v dané variantě pohybuje okolo 12 mil. Kč ročně, nicméně vzhledem ke struktuře modelu zde jde o hodnotu maximálního „nasyčení“ města současně kompostéry a malými nádobami o objemu 120 l.

Při rozumné distribuci s preferencí kompostérů (např. možnost každého majitele nemovitosti si vybrat) lze očekávat, že provozní náklady klesnou až o desítky procent. Systém distribuce nádob je převážně politickým rozhodnutím, které nelze žádným výpočetním způsobem optimalizovat.

Děkujeme za pozornost

Otázky?

Prof. RNDr. Jiří Hřebíček, CSc.