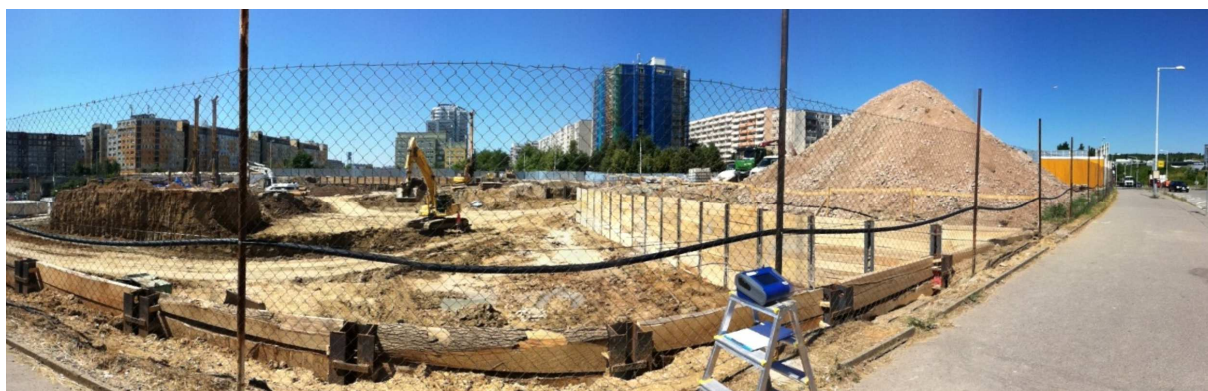


Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti

Příloha: Modelový výpočet produkce emisí a imisních příspěvků ze stavební činnosti



OBSAH

1.	ÚVOD	3
2.	STANOVENÍ EMISNÍ BILANCE STAVEBNÍCH PRACÍ	7
3.	IMISNÍ VYHODNOCENÍ STAVEBNÍCH PRACÍ	14

1. ÚVOD

Pro snazší použití navrhované metodiky „*Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti*“ v praxi byl proveden ilustrativní výpočet emisí a imisí pro suspendované prachové částice frakce PM₁₀ ze stavební činnosti, a to pro všechny procesy popsané v metodice. Byla stanovena emisní bilance pro jednotlivé činnosti v rámci jednoho pracovního dne a v ročním souhrnu. Následně byly vypočteny imisní dopady z jednotlivých stavebních procesů v blízkosti stavby v prostoru blízké chráněné zástavby. Byly posuzovány všechny činnosti, pro které je v předkládané metodice stanoven emisní faktor.

Jedná se o:

- **demolice** - rozrušování konstrukcí hydraulickými nůžkami, rozrušování povrchu sbíjecím kladivem, frézování, broušení)
- **zemní a terénní úpravy** (výkopy jemnozrnných zemin, nakládka materiálu, vykládka materiálu, shoz materiálu, buldozerování, vyrovnávání povrchu pomocí grejdrů, vyrovnávání povrchu pomocí rypadla, zpevňování povrchu frézou a pojivy, zhutňování povrchu vibrační deskou a pěchem, vyrovnávání povrchu skrejprem, nakládání/vykládání skrejpru, vrty)
- **pojezd po ploše staveniště** (pojezd po zpevněných a nezpevněných plochách)

Území stavby bylo vybráno na lokalitě v Praze, nejbližší zástavba se nachází cca 20 m od hrany staveniště. Vymezení staveniště a nejbližší chráněné zástavby ukazuje schéma 1.

Schéma 1. Umístění stavby a nejbližší chráněné zástavby na dotčené lokalitě



Pro výpočet emisí ze stavební činnosti byla použita následující vstupní data, která shrnuje tabulka 1. Rozsah a průběh stavby je pouze modelový a nevztahuje se na žádnou konkrétní stavbu.

Tab. 1. Vstupní parametry pro modelové výpočty

Vstupní parametr	Značka	Množství	Jednotka
Hmotnost odvozené zeminy za den	m	800	[t za den]
Objem odvozené zeminy za den	V	470,6	[m ³ za den]
Objem překládaného materiálu (pro shoz z lopaty nakladače)	V _p	200	[m ³ za den]
Užitková hmotnost vozidla	W _{užitková}	20	[t]
Pohotovostní hmotnost vozidla	W _{pohotovostní}	10	[t]
Průměrná hmotnost vozidel v metrických tunách (za cestu tam i zpět)	W _t	20	[t]
Obousměrný počet jízd nákladních vozidel	Int.	80	[počet jízd za den]
Hrana staveniště, uvažovaná délka pojížděné trasy NA po staveništi	l	70	[m]
Průměrná rychlost větru	U _v	4	[m/s]
Vlhkost materiálu	M	12	[%]
Průměrná rychlost vozidel	S	30	[km/hod]
Výška pádu	d	3	[m]
Podíl jemných částic o velikosti menší než 75 μm v povrchovém materiálu	s	9	[%]
Množství prachových částic o velikosti menší než 75 μm usazených na povrchu vozovky	sL	30	[g/m ²]
Pracovní doba na stavbě	h	12	[hodiny]
Počet vrtů	–	5	[vrty za den]
Mechanizace: buldozer, vibrační deska, rypadlo, nakladač, vrtná souprava, grejdr, skrejpr, zemní fréza, fréza, rypadlo s nástavcem nůžek, sbíjecího kladiva	–	1 od každého stroje	[ks za den]

Pro všechny činnosti byla uvažována jednotná parametrizace zdrojů včetně materiálu, pro který byly použity vlastnosti pro pokrývky (vlhkost zeminy, podíl jemných částic v materiálu). Všechny stavební stroje nebudou na základě zkušeností zpracovatele pracovat na plný výkon po celou pracovní dobu. U některých strojů tak

byla pracovní doba snížena, uvažovaná doba nasazení jednotlivých mechanismů je uvedena v následující tabulce.

Tab. 2. Doba nasazení stavební techniky v průběhu práce na staveništi

Stroj, zařízení	Doba činnosti
fréza, rypadlo s nástavcem nůžek, sbíjecího kladiva, vibrační deska, buldozer	6
nakladač, rypadlo, vrtná souprava, grejdr, skrejpr, zemní fréza	12

Při vlastním posuzování konkrétní stavby musí být zohledněny konkrétní podmínky na dané lokalitě plánovaného záměru a použití mechanizace dle platného plánu organizace výstavby (POV), případně zásad organizace výstavby (ZOV).

2. STANOVENÍ EMISNÍ BILANCE STAVEBNÍCH PRACÍ

Stanovení produkce emisí jednotlivých skupin zdrojů bylo provedeno na základě navržené metodiky. Souhrn emisní faktorů pro jednotlivé činnosti ukazuje níže uvedená tabulka.

Tab. 3. Navrhované emisní faktory pro vybrané stavební činnosti

Činnost	Emisní faktor pro PM ₁₀	Podíl PM _{2,5} /PM ₁₀	Jednotka
Demolice			
Rozrušování konstrukcí hydraulickými nůžkami	2,52	0,1	kg.h ⁻¹ reálné práce stroje
Rozrušování povrchu sbíjecím kladivem	0,56	0,1	kg.h ⁻¹ reálné práce stroje
Frézování, broušení	3,6	0,1	kg.h ⁻¹ reálné práce stroje
Zemní práce a terénní úpravy			
Výkopy jemnozrnných zemin – ad 1	0,2	0,15	g/t vytěženého materiálu
Výkopy jemnozrnných zemin – ad 2	0,04	0,15	g/t vytěženého materiálu
Nakládka materiálu	$0,00056 \times (U_v/2,2)^{1,3} / (M/2)^{1,4}$	0,15	kg/t naloženého materiálu
Vykládka materiálu	$0,00056 \times (U_v/2,2)^{1,3} / (M/2)^{1,4}$	0,15	kg/t vyloženého materiálu
Shoz materiálu	$0,0029 \times (d)^{0,7} / (M)^{0,3} \times 0,75$ tedy $0,0022 \times (d)^{0,7} / (M)^{0,3}$	0,15	kg/m ³ materiálu
Buldozerování	$0,34 \times (s)^{1,5} / M^{1,4}$	0,15	kg/hod/stroj
Vyrovnávání povrchu pomocí grejdrů	0,085	0,15	kg/vozokm
Vyrovnávání povrchu pomocí rypadla	0,00395	0,15	kg/t transportovaného materiálu
Zpevňování povrchu frézou a pojivy	$(U_v/2,2)^{1,3}$	0,15	kg/vozokm
Zhutňování povrchu vibrační deskou a pěchem	$0,1 \times (s)^{1,5} / M^{1,4}$	0,15	kg/hod/stroj
Vyrovnávání povrchu skrejprem	2,8	0,15	kg/vozokm
Nakládání/vykládání skrejpru	0,0015	0,15	kg/m ³ materiálu
Vrty	0,31	0,15	kg/vrt
Pojezdy vozidel a strojů			
Pojezd po zpevněných plochách	$0,62 \times sL^{0,91} \times W^{1,02} \times 1,1023$ tedy $0,68 \times sL^{0,91} \times Wt^{1,02}$	0,242	g/vozokm
Pojezd po nezpevněných plochách	$1,5 \times (s/12)^{0,9} \times (Wt \times 1,1023/3)^{0,45}$ $\times (S/30) \times 0,2819$	0,1	kg/vozokm

a) výkop zeminy s vlhkostí do 12 %, b) výkop zeminy vlhčí než 12 %

Emisní bilance byla odvozena na základě emisních faktorů a zvolených podmínek na staveništi, které jsou uvedeny v tabulce 1. Jedná se např. o vlhkost materiálu, průměrnou rychlost větru, nasazení mechanizace (počet strojů a doba použití v rámci pracovní doby), délku pracovní doby, objem přepravované zeminy, velikosti stavby, atd... Emisní bilanci ukazují níže uvedené tabulky 4 až 6.

Tab. 4. Emisní bilance v průběhu demolice [kg za den]

Činnost	Emisní faktor	Jednotky	Vstupy	Dosazení	Jednotky	Celkové emise [kg za den]
Rozrušování pomocí nůžek	2,52	kg.h ⁻¹	Počet strojů	1	kus	15,1
			Pracovní doba stroje	6	hod	
Rozrušování pomocí sbíjecího kladiva	0,56	kg.h ⁻¹	Počet strojů	1	kus	3,4
			Pracovní doba stroje	6	hod	
Frézování, broušení betonu	3,6	kg.h ⁻¹	Počet strojů	1	kus	21,6
			Pracovní doba stroje	6	hod	

Tab. 5. Emisní bilance v průběhu zemních prací a terénních úprav [kg za den]

Činnost	Emisní faktor	Jednotky	Vstupy	Dosazení	Jednotky	Celkové emise [kg za den]
Výkopy jemnozrnných zemin s vlhkostí do 12 %	0,2	g/t	Hmotnost materiálu	400	t	0,08
Výkopy jemnozrnných zemin vlhčí než 12 %	0,04	g/t	Hmotnost materiálu	400	t	0,02
Nakládka materiálu	$0,00056 \times (U_v/2,2)^{1,3}/(M/2)_{1,4}$	kg/t	Průměrná rychlost větru	4	m/s	0,08
			Vlhkost materiálu	12	%	
			Hmotnost materiálu	800	t	
Vykládka materiálu	$0,00056 \times (U_v/2,2)^{1,3}/(M/2)_{1,4}$	kg/t	Průměrná rychlost větru	4	m/s	0,08
			Vlhkost materiálu	12	%	
			Hmotnost materiálu	800	t	
Shoz materiálu	$0,0022 \times (d)^{0,7}/(M)^{0,3}$	kg/m ³	výška pádu	3	m	0,45
			Vlhkost materiálu	12	%	
			Objem materiálu	200	m ³	
Buldozerování	$0,34 \times (s)^{1,5} / M^{1,4}$	kg/hod/stroj	Počet strojů	1	kus	1,7
			Pracovní doba stroje	6	hod	
			Podíl jemných částic	9	%	
			Vlhkost materiálu	12	%	
Vyrovnávání povrchu pomocí grejdrů	0,085	kg/vozokm	Počet strojů	1	kus	0,08
			Ujetá dráha	0,98	km	
Vyrovnávání povrchu pomocí rypadla	0,00395	kg/t	Hmotnost materiálu	800 / 10 = 80	t	0,32
Zpevňování povrchu frézou a pojivy	$(U_v/2,2)^{1,3}$	kg/vozokm	Průměrná rychlost větru	4	m/s	2,13
			Ujetá dráha	0,98	km	
Zhutňování povrchu vibrační deskou a pčhem	$0,1 \times (s)^{1,5} / M^{1,4}$	kg/hod/stroj	Počet strojů	1	kus	0,5
			Pracovní doba stroje	6	hod	
			Podíl jemných částic	9	%	
			Vlhkost materiálu	12	%	
Vyrovnávání povrchu skrejprem	2,8	kg/vozokm	Počet strojů	1	kus	2,74
			Ujetá dráha	0,98	km	
Nakládání/vykládání skrejpru	0,0015	kg/m ³	Objem materiálu	470,6	m ³	0,71
Vrty	0,31	kg/vrt	Počet vrtů	5	ks	1,55

Tab. 6. Emisní bilance z pojezdu po staveništních komunikacích [kg za den]

Činnost	Emisní faktor	Jednotky	Vstupy	Dosazení	Jednotky	Celkové emise [kg za den]
Pojezd po zpevněných plochách	$0,68 \times sL^{0,91} \times Wt^{1,02}$	g/vozokm	Množství prachových částic	30	g/m ²	0,89
			Průměrná hmotnost vozidel	20	t	
			Obousměrné intenzity	80	ks	
			Délka staveništní trasy	35	m	
Pojezd po nezpevněných plochách	$1,5 \times (s/12)^{0,9} \times (Wt \times 1,1023/3)^{0,45} \times (S/30) \times 0,2819$	kg/vozokm	Podíl jemných částic	9	%	2,24
			Průměrná hmotnost vozidel	20	t	
			Průměrná rychlost vozidel	30	km/h	
			Obousměrné intenzity	80	ks	
			Délka staveništní trasy	35	m	

^{*)} U staveništních komunikací byla zadána polovina se zpevněným a polovina s nezpevněným povrchem.

Souběh všech činností nelze v reálné situaci předpokládat. Proto byla činnost na staveništi rozprostřena do jednoho pracovního roku. Při uvažované době výstavby po dobu jednoho roku byl k jednotlivým stavebním činnostem přiřazen předpokládaný počet dnů trvání prací. Průběh výstavby byl uvažován v následujících etapách a intervalech.

Tab. 7. Výčet hodnocených etap a předpokládaná doba trvání

Etapy	Demolice	HTU	Pilotování základů	HSV	PSV	Dokončovací práce	Konečné úpravy terénu
Doba trvání [dny]	30	60	30	70	70	70	35

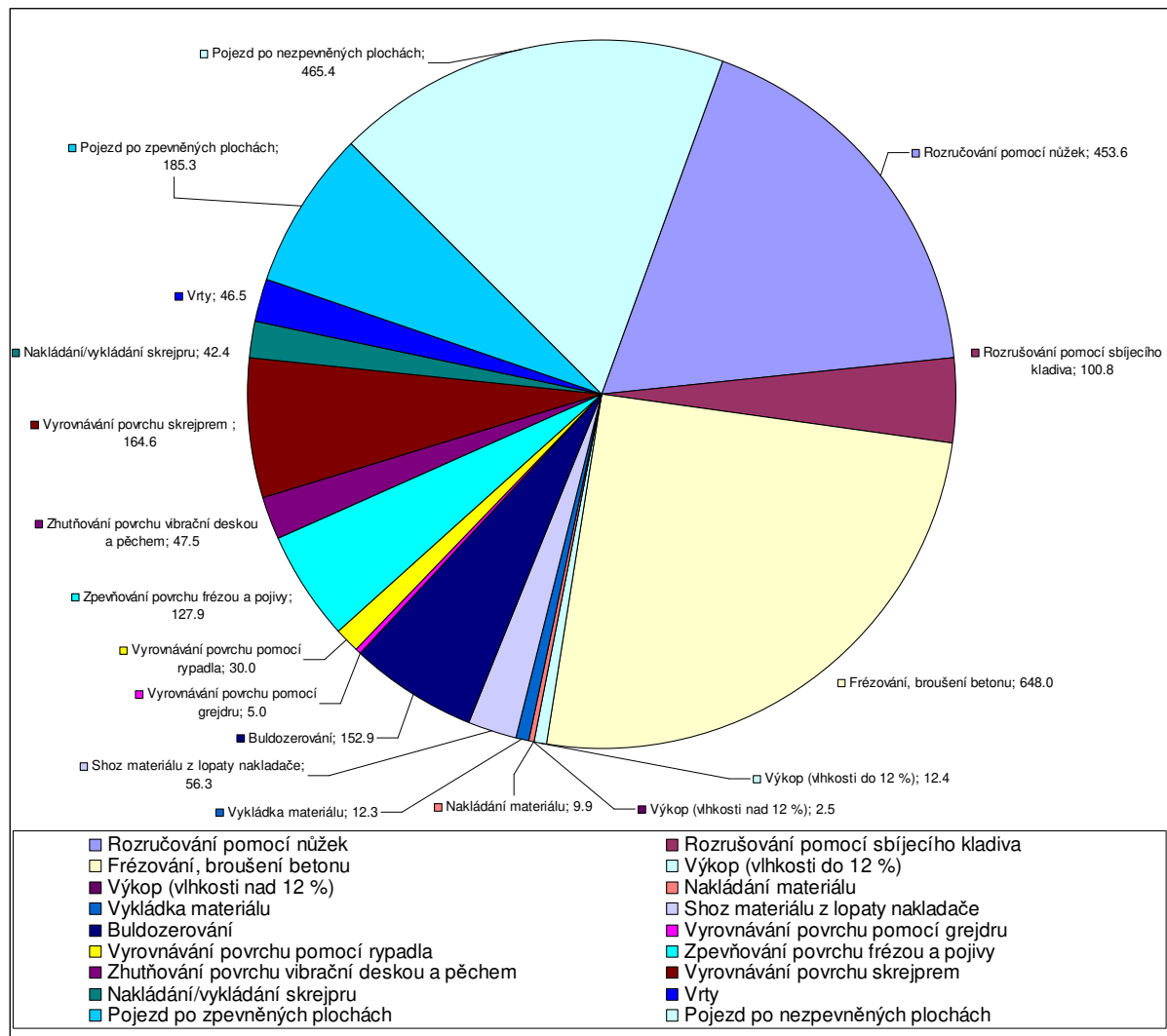
Denní emise byla vynásobena počtem dnů nasazení v průběhu relevantních etap výstavby (za předpokladu suchých dnů bez započítání vlivu srážek). Celkovou roční emisní bilanci při daných parametrech bez protiprašných opatření s dobou působení jednotlivých činností na staveništi uvádí následující tabulka.

Tab. 8. Roční emisní bilance při uvažovaných činnostech na staveništi

Činnost	Denní emise[kg za den]	Počet dní [dny]	Celková emise [kg za rok]
Rozručování pomocí nůžek	15,1	30	453,6
Rozrušování pomocí sbíjecího kladiva	3,4	30	100,8
Frézování, broušení betonu	21,6	30	648,0
Výkopy jemnozrnných zemin s vlhkostí do 12 %	0,08	155	12,4
Výkopy jemnozrnných zemin vlhčí než 12 %	0,02	155	2,5
Nakládka materiálu	0,08	125	9,9
Vykládka materiálu	0,08	155	12,3
Shoz materiálu	0,45	125	56,3
Buldozerování	1,70	90	152,9
Vyrovnávání povrchu pomocí grejdru	0,08	60	5,0
Vyrovnávání povrchu pomocí rypadla	0,32	95	30,0
Zpevnování povrchu frézou a pojivy	2,13	60	127,9
Zhutňování povrchu vibrační deskou a pěchem	0,50	95	47,5
Vyrovnávání povrchu skrejprem	2,74	60	164,6
Nakládání/vykládání skrejpru	0,71	60	42,4
Vrty	1,55	30	46,5
Pojezd po zpevněných plochách ^{*)}	0,89	365	185,3
Pojezd po nezpevněných plochách ^{*)}	2,24	365	465,4

^{*)} pojezd vozidel byl zohledněn po celou dobu trvání stavebních prací, v etapách HSV, PSV a v průběhu dokončovacích prací však se 1/4 intenzitou oproti ostatním etapám

Graf 1. Emisní příspěvky z jednotlivých činností v průběhu roku [kg.rok⁻¹]



Z výsledků je patrné, že nejvyšší emisní příspěvky k roční emisní bilanci lze očekávat v průběhu demolice, zejména při rozrušování konstrukcí pomocí nůžek a při frézování a broušení betonových částí. Tyto činnosti představují za daných podmínek nejvýznamnější zdroj prašnosti v průběhu stavebních prací. Stejně významné jsou také příspěvky emitované pojezdem nákladních vozidel po nezpevněných komunikacích.

V průběhu zemních prací a terénních úprav lze významnější příspěvky zaznamenat u buldozerování, vyrovnávání povrchu skrejprem či zpevňování povrchu frézou a pojivy.

Emisní příspěvky u dalších činností dosahují výrazně nižších hodnot, nejnižší lze zaznamenat u výkopů či vyrovnávání povrchu pomocí grejdrů.

3. IMISNÍ VYHODNOCENÍ STAVEBNÍCH PRACÍ

Vyhodnocení vlivů stavební činnosti na kvalitu ovzduší bylo provedeno na základě odvozené emisní bilance pro všechny dané činnosti a jeden den.

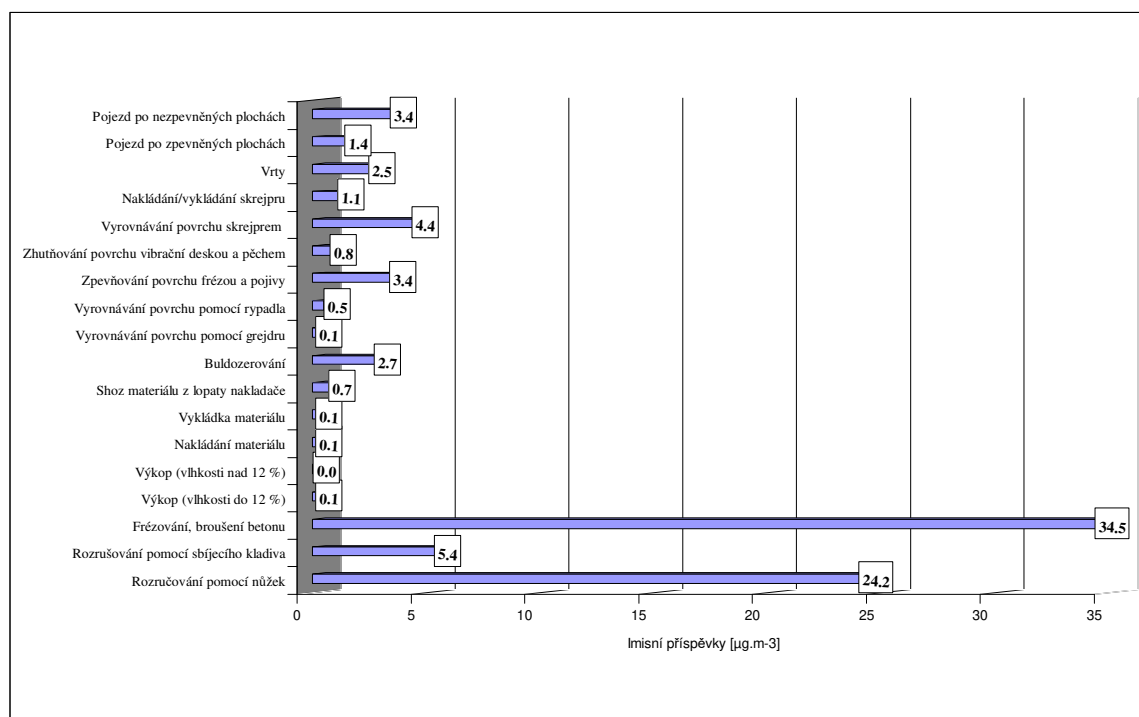
Imisní příspěvky ze stavební činnosti byly vyhodnoceny u nejbližší chráněné zástavby východně od vymezeného stanoviště stavby (viz schéma). Modelové výpočty reprezentují vliv stavebních prací na kvalitu ovzduší v době průměrného suchého dne, přičemž je uvažováno současné zapojení všech stavebních procesů. Pro výpočet byl použit model ATEM, který je ve vyhlášce č. 330/2012 Sb. uveden jako jedna z referenčních metod pro stanovení rozptylu znečišťujících látek v ovzduší. Jedná se o gaussovský disperzní model rozptylu znečištění, který imisní situaci hodnotí na základě podrobných klimatologických a meteorologických údajů.

V modelovém výpočtu byla stavba uvažována jako plošný zdroj s plochou 70 × 70 metrů. Vypočtené hodnoty představují příspěvky k denním koncentracím suspendovaných prachových částic frakce PM₁₀. Je nutné zdůraznit, že se jedná o hypotetický příklad při současném posuzování všech stavebních činností na staveništi v jeden den, tento souběh reálně nemůže nastat. Dílčí příspěvky jednotlivých činností při zvolených parametrech ukazuje tabulka 9.

Tab. 9. Imisní příspěvky z posuzovaných stavebních činností

Stavební činnost	Imisní příspěvek k PM ₁₀ [μg·m ⁻³]
Rozručování pomocí nůžek	24,2
Rozrušování pomocí sbíjecího kladiva	5,4
Frézování, broušení betonu	34,5
Výkop (vlhkosti do 12 %)	0,1
Výkop (vlhkosti nad 12 %)	0,0
Nakládání materiálu	0,1
Vykládka materiálu	0,1
Shoz materiálu z lopaty nakladače	0,7
Buldozerování	2,7
Vyrovnávání povrchu pomocí grejdrů	0,1
Vyrovnávání povrchu pomocí rypadla	0,5
Zpevňování povrchu frézou a pojivy	3,4
Zhutňování povrchu vibrační deskou a pěchem	0,8
Vyrovnávání povrchu skrejprem	4,4
Nakládání/vykládání skrejpru	1,1
Vrty	2,5
Pojezd po zpevněných plochách	1,4
Pojezd po nezpevněných plochách	3,4

Imisní příspěvky jednotlivých stavebních činností při daných emisních parametrech za suchého dne bez dodatečných protiprašných opatření ukazuje následující graf.

Graf 2. Imisní příspěvky z jednotlivých činností [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]

Z předložených výsledků je patrné, že nejvyšší imisní příspěvky lze očekávat v průběhu demolice, a to zejména při rozrušování konstrukcí pomocí nůžek a poté při frézování a broušení betonových částí. Tyto činnosti generují za daných podmínek nejvýznamnější příspěvky k denním koncentracím. V průběhu zemních prací a terénních úprav lze významnější příspěvky zaznamenat při vyrovnávání povrchu skrejprem, zpevňování povrchu frézou, buldozerování či vrtání pilot. Významnější příspěvky byly vypočteny také z pojezdu po nezpevněných komunikacích. Imisní příspěvky u dalších činností dosahují výrazně nižších hodnot, nejnižší lze zaznamenat u výkopových prací.

Imisní limit pro 24hodinové koncentrace PM_{10} je stanoven na $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, tolerováno je 35 překročení za rok. Na základě hodnoty imisního pozadí denních koncentrací v lokalitě a délce stavebních prací je nutné přijmout taková opatření, aby celkové imisní zatížení nepřekročilo hranici $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ po více případech než připouští zákon.