

Височина на комина според TA Luft
(Технически указания за контрол на качеството на въздуха)

BESMIN

Описание на програмата, версия 1.3.0

Актуализирано към 2025-11-26

Германска федерална агенция по околна среда, Десау-Рослау
Инженерно бюро Janiske, Уберлинген

Общи указания

Правилното използване на програмата изисква технически познания в областта на TA Luft (*Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft*, Технически указания за контрол на качеството на въздуха; урежда единните Германски общонационални принципи за установяване на замърсителите на въздуха при инсталации, подлежащи на разрешителен режим). Програмата и данните се предоставят безплатно съгласно GNU Public Licence. Разпространителят не поема отговорност за тяхната точност или пригодност за някоя конкретна цел. Цялата отговорност при използването се поема от потребителя.

Програмата е достъпна на интернет страницата на Германската федерална агенция по околна среда. При необходимост тук се публикуват актуализации и указания за проблеми. Въпроси, свързани с програмата, могат да се изпращат на електронния адрес info@austal.de.

Забележка: По принцип трябва да се използва само оригиналната версия на `Besmin.jar`, предоставена от Германската федерална агенция по околна среда. Версия 1.3.0 има CRC32-контролна сума от 9D426E9A. Номерът на версията и контролната сума са посочени в горния колонтитул на прозореца на програмата и в текстовите изходи.

Съдържание

Актуализиране на информацията	ii
1 Програмата	1
1.1 Контекст	1
1.2 Файлове	1
2 Метод на работа	2
2.1 Работен процес	2
2.2 Пакетен режим / Batch Mode	4
3 Интернационализация	5
4 Технически детайли	6
4.1 Изчисляване параметрите на източника	6
4.2 Интернационализация	6
4.3 Допълнителна информация	7

Актуализиране на информацията

1.3.0 (9D426E9A)

- Програмата е интернационализирана, като по подразбиране са имплементирани немски (de) и английски код (en). За повече подробности вижте раздел 3.
- За визуализиране на данни (потребителски интерфейс, файл с резултати, екранно представяне на изходни данни) е използвана запетая като десетичен знак, а във всички други езици – точка като десетичен знак.
- Посочена е CRC32-контролната сума на програмата (файл `Besmin.jar`).
- Ефективната височина на източника се обозначава навсякъде с `heff` (преди също с `he`).

1 Програмата

1.1 Контекст

TA Luft (2021) предписва в точка 5.5.2.2 процедура за изчисляване на височината на комина. С програмата Besmin (*Bestimmung der minimalen Schornsteinhöhe*, определяне на минималната височина на комина) това изчисление може да се извърши за един отделен комин.

Описанията в точка 5.5 TA Luft сами по себе си вече позволяват програмно-техническо изпълнение на предписаната процедура за изчисление. С Besmin Германската федерална агенция по околна среда предоставя публично референтно решение. То може да се използва както за практическо прилагане, така и за проверка на други програми, на които се приписва свойството да изпълняват процедурата за изчисление съгласно точка 5.5 от TA Luft.

Авторските права за програмата Besmin принадлежат на Германската федерална агенция по околна среда, 06844 Десау-Рослау, Германия, и на инженерното бюро Janicke, 88662 Уберлинген, Германия. Програмата и изходният код се предоставят безплатно и са обект на GNU Public Licence (GPL). Изходният код и GPL са съдържани в JAR-файла (архивен файл).

1.2 Файлове

Изчислението на височината на комина се основава на библиотека от единични струи, които са изчислени съгласно приложение 2, точка 14 TA Luft. От съображения за ефективност Besmin не използва директно отделните струи, а се основава на оценка, в която за всяка струя е отбелязана оразмерената максимална концентрация. Папката с таблиците на максималните концентрации се нарича *maxima*. Тя е необходима за изпълнението на изчислението. Програмата проверява дали съдържанието съответства на оригинала, поради което не трябва да се правят промени във файловете.

Програмата Besmin е JAVA програма и изисква *Java Runtime Environment* (JRE), включително JavaFX. Програмата е тествана под JAVA 21. За Windows 64-битова версия и за Linux 64-битова версия на Besmin се доставя локална JRE, специално пригодена за Besmin (подпапка *jre*), която се базира на OpenJDK 21 Temurin (adoptium.net) и OpenJFX 21 Gluon (gluonhq.com). Самата JAVA програма се нарича *Besmin.jar* и се намира в подпапката *jar*. JAVA програмата очаква в папката, в която се намира, да има и папка *maxima*.

В папката над *jar* се доставя програмата *Besmin.exe* за Windows 64-битова версия и програмата *Besmin* за Linux 64-битова версия, която стартира *Besmin.jar* с доставяното локално JRE. Тя може да се стартира с двойно кликане и изпълнява следната команда:

```
jre\bin\javaw -jar jar\Besmin.jar
```

Besmin използва програмата PLURIS (изчисляване за издигането на потока от димни газове) съгласно стандарт VDI 3782 лист 3 (2022). Той е директно интегриран в програмата (IBJpluris).

Актуалните версии на програмата са Besmin 1.3.0 и IBJpluris 3.2.0.

2 Метод на работа

Програмата Besmin определя Височина на комина¹ за отделен комин така, че при всякакви метеорологични условия максималната стойност на концентрацията в близост до земята да не надвишава концентрацията, зададена от S-стойността (числова стойност в mg/m^3). За целта се използват резултатите от изчисления на разпространението, които са извършени за всяка от възможните метеорологични ситуации² и за спектър от ефективни височини на източника за пасивен точков източник на равен терен и без влияние на сгради.

Изчислението се извършва в два етапа:

1. За всяка метеорологична ситуация се изчислява ефективната височина на източника, която трябва да бъде достигната, за да не се превишава S-стойността при зададения масов поток на емисиите в близост до земята.
2. За всяка метеорологична ситуация се определя височината на конструкцията, при която заедно с издигането на димния стълб се получава необходимата ефективна височина на източника.

Най-високата стойност на височините, определени за всички метеорологични ситуации, е височината на комина за един комин, определена съгласно точка 5.5.2.2 от TA Luft. При наличие на няколко комина в една инсталация спазването на S-стойността съгласно точка 5.5.2.2 чрез наслагване на концентрационните струи на комини. За това може да се използва програмата Besmax.

2.1 Работен процес

Работният процес е следният:

1. От списъка за избор трябва да се избере желаното вредно вещество (съответната S-стойност се въвежда автоматично). Като алтернатива може да се избере вредно вещество 'Неизвестно' и да се въведе изрично S-стойност в полето за въвеждане.

¹Височина на комина по смисъла на приложение 2, точка 14 TA Luft. Тя съответства на височината на комина по точка 5.5.2.2 TA Luft без корекция по точка 5.5.2.3 TA Luft. Тя не е равнозначна на необходимата височина на конструкцията по смисъла на точка 5.5.2.1, параграф 8 TA Luft.

²Класове I до III/2 и скорости на вятъра, съответстващи на AKS от 1 до 12 m/s, общо 25 ситуации.

2. Масовият поток на емисиите, вътрешният диаметър на комина, температурата на изхода, скоростта на изходящия газов поток и съдържание на вода³ са въведени в съответните полета⁴. Като алтернатива на скоростта на изпускане на отпадъчните газове и съдържание на вода могат да се зададат нормален обемен дебит (влажен) и нормален обемен дебит (сух), и двата за работно състояние.

Програмата допуска следните диапазони на стойности:

Символ	Кратко име	Параметри	Единица мярка	Диапазон на стойности
S	sv	S-стойност	mg/m ³	> 0
q	eq	Масов поток на емисиите	kg/h	> 0
d	dq	Вътрешен диаметър на комин	m	[0; 200]
T	tq	Температура на газовете на изхода	°C	[10; 600]
v	vq	Скорост на изходящия газов поток	m/s	[0; 50]
x	zq	Съдържание на вода	kg/(kg сух)	[0; 999]
n_f	nf	Нормален обемен дебит (влажен, работа)	m ³ /h	≥ 0
n_t	nt	Нормален обемен дебит (сух, работа)	m ³ /h	$\leq n_f$
l	lq	Съдържание на течна вода (само за информация)	kg/kg	[0; 0.04]

Параметрите dq, tq, vq и zq (или nf и nt) са необходими само за изчисляване на допълнителна височина на димната струя. Ако вътрешният диаметър dq или скоростта на изходящия поток vq е равна на нула, изчислението се извършва без увеличение, като в този случай височината на конструкцията и ефективната височина на източника са идентични.

3. Изчислението се стартира с натискане на бутона *Изчислете височината на комина*. Бутонът изчезва и вместо него се появява цветна лента, която показва колко е напреднало изчислението.

Ако са зададени нормални обемни дебита, изходната скорост се определя от нормалния обемен дебит (влажни димни газове), а водното съдържание от разликата между двата нормални обемни дебита, приемайки, че няма течна вода, вижте раздел 4.1. Стойностите, които не са зададени от потребителя, както и полученото течно водно съдържание, се изчисляват незабавно по време на въвеждането и се актуализират в съответните полета. Ако са зададени дебита, вътрешно изчислените стойности се използват при изчисляването на височината на комина вместо показаните закръглени стойности на изходната скорост и водното съдържание. Допълнителни подробности за третирането на мокрите струи са предоставени в отделен документ в директорията add.

При въвеждането на числови стойности програмата извършва проверка: ако данните не могат да бъдат интерпретирани като числови стойности, фонът на полето за въвеждане се оцветява в жълто. Ако числовата стойност не е допустима, фонът се оцветява в червено.

³Маса на водната пара и течната вода на единица маса сух въздух.

⁴Стойностите се използват както са зададени от потребителя и при необходимост се показват отново. Само при автоматични изчисления на nf и nt от vq и zq и обратно се използват фиксирани знаци след десетичната запетая за представянето (2 за vq, 4 за zq и 0 за nf и nt).

Изчислението може да бъде извършено само ако не са открити грешки.

При обработката на отделните метеорологични ситуации в таблица *Междинни резултати* се изброяват съответно изчислената ефективна височина на източника и получената височина на конструкцията. След като всички метеорологични ситуации са обработени, редът с най-високата височина на конструкцията се маркира със звездичка и стойността се приема.

Резултатът се прехвърля заедно с входните параметри в списъка с резултати в раздела *Извършени изчисления*. Ако са извършени няколко изчисления, чрез кликане върху ред в списъка с резултати можете да въведете отново съответните входни данни в полетата за въвеждане, като се възстановят и съответните междинни резултати.

Ако изчислената височина на сградата е по-голяма от максималната стойност 250 m, посочена в TA Luft, за обозначаване на този факт се посочва стойността 999.9 m.

Резултатите могат да бъдат запазени като текстов файл (UTF-8) чрез натискане на бутона *Запазване на резултатите от изчисленията*. Запазването се извършва в папката log, която се намира на същото ниво като папката jar и се създава при необходимост. Името на файла е besmin(n).log, като n е число за разграничаване на различните файлове с резултати и винаги се увеличава с 1.

2.2 Пакетен режим / Batch Mode

Програмата Besmin може да се използва и без графичен потребителски интерфейс. С опцията за извикване `--help` (алтернативно `-h` или `-?`) се извежда кратък помощен текст.

В пакетния режим изходните параметри и S-стойността се предават като параметри за извикване. Всеки параметър за извикване има формата `--кратко име=стойност`. Кратките имена, които трябва да се използват, са изброени в таблицата по-горе (с изключение на log). Трябва да бъдат зададени поне параметрите sv и eq, като редът на параметрите е произволен.

Забележка: Може да се зададе v и x или n_f и n_t . При задаване на n_f и n_t програмата проверява дали полученото съдържание на течна вода е нула и в противен случай прекъсва със съобщение за грешка.

След извикването

```
Besmin --sv=стойност --eq=стойност ...
```

или

```
jre\bin\java -jar jar\Besmin.jar --sv=стойност --eq=стойност ...
```

програмата показва индикатор за напредъка, при който за всяко извикване на IBJpluris се

извежда една точка. Накрая се изброяват изходните параметри и междинните резултати и се извежда изчислената височина на комина. Междинните резултати съдържат за всяка стабилност на класа kl и всяка скорост на вятъра ua необходимата ефективна изходна височина $heff$, статистическата неточност на концентрационните стойности, използвани за изчислението (в скоби), и необходимата височина на конструкцията hb .

С допълнителната опция $-i$ се извършва само изчислението на параметрите на отработените газове (n_f и n_t от v и x или v и x от n_f и n_t) и стойностите се записват в протоколния файл. В този случай не е необходимо да се посочват стойностите sv и eq .

Примери:

```
jre\bin\java -jar jar\Besmin.jar --sv=1 --eq=100 --dq=1 --tq=40 --vq=10  
jre\bin\java -jar jar\Besmin.jar --dq=1 --tq=40 --nt=30000 -i
```

3 Интернационализация

Програмата поддържа няколко езика (*Native Language Support*) и се доставя по подразбиране с езиците немски (идентификатор de) и английски (идентификатор en).

Езикът, който ще се използва, е записан във файла за настройки `.besmin` (XML формат) в подпапката `jar`. При необходимост той може да бъде променен с текстов редактор. Този файл се чете при стартиране на програмата. Освен това езикът може да бъде променен с опцията

```
--language= $ln$ 
```

, където ln е двубуквеният код на езика. Опцията за стартиране има предимство пред файла с настройките, но не го променя.

Пример:

```
jre\bin\java -jar jar\Besmin.jar --sv=1 --eq=100 --language=en
```

В графичния потребителски интерфейс съдържанието на файла с настройки може да се променя с помощта на изскачащо меню, което се появява при кликуване с десния бутон на мишката върху заглавието в горния колонтитул. Промяната влиза в сила едва при следващото стартиране на програмата, когато файлът с настройки се чете отново.

4 Технически детайли

4.1 Изчисляване параметрите на източника

Нормалните обемни дебити (при нормални условия 273.15 K и 101300 Pa съгласно точка 2.4 от TA Luft) се изчисляват от дадените стойности на диаметъра d , температурата на изхода T (в градуси по Целзий), скоростта на изпускане v и съдържанието на вода x до

$$n_f = \frac{\pi}{4} d^2 v \frac{T_0}{T_0 + T} \quad (1)$$

$$n_t = \frac{n_f}{1 + x(R_v/R_d)} \quad (2)$$

където $T_0 = 273.15$ K, както и газовите константи $R_d = R_d = 287.05$ J/(kg K) и $R_v = 461.52$ J/(kg K).

Изчислението на скоростта на изпускане и съдържание на вода от зададени нормални обемни дебити се извършва съответно като

$$v = \frac{4 n_f (T_0 + T)}{\pi T_0 d^2} \quad (3)$$

$$x = \frac{n_f - n_t}{n_t (R_v/R_d)} \quad (4)$$

при $v = 0$ и $x = 0$ за $d = 0$.

Тези превръщания са правилни само ако няма течна вода. Доколкото Besmin показва изчислена стойност за x , изчислението е направено съгласно уравнение (4), независимо дали резултатът предполага съдържание на течна вода или не.

4.2 Интернационализация

Текстовете, зависещи от езика, се намират във файловете `Besmin_ln.properties` (UTF-8) в подпаката `de/janicke/tal` в JAR архива `Besmin.jar`.

Ако програмата трябва да бъде разширена с допълнителен език, може да се създаде файл със свойства със съответното съдържание и съответния езиков идентификатор и да се копира на това място в JAR архива.

Новият език може да бъде зададен във файла с настройки `.besmin` или с опцията за извикване `--language`. Ако новият език трябва да се появи и в поп-ъп менюто на потребителския интерфейс, трябва да се разшири съответно вписването `bundles` във всички файлове `Properties`.

Променяйки съдържанието на файла `Besmin.jar`, се променя и неговата CRC32 контролна сума.

4.3 Допълнителна информация

Допълнителни технически детайли можете да намерите в *доклада за физиката на околната среда № 9* (издание 1)⁵. За разлика от описаното там, актуалната версия на Besmin позволява височини на сградите до 6 м в съответствие със спецификациите на TA Luft.

За тестови цели в batch режим с допълнителната опция `--log-pluris` след първото вътрешно изчисление на допълнителната височина на шлейфа с IBJpluris се генерира log файл с информация за извършеното изчисление.

⁵ Докладът е достъпен в Немската национална библиотека (www.dnb.de) като PDF файл ([urn:nbn:de:101:1-201709132627](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-201709132627)), както и на страниците на инженерното бюро Janicke (www.janicke.de).