

Модел на дисперсия съгласно TA Luft

(Технически инструкции за контрол на качеството на въздуха;
правно основание: Първи общ административен регламент към
Федералния закон за контрол на имисиите)

AUSTAL

Превод на описание на програмата на версия 3.2

Статус 2023-08-01

www.austal.de

Федерална агенция по околна среда (Umweltbundesamt, UBA), Десау-Рослау (Германия)
Ingenieurbüro Janicke (Janicke Consulting), Юберлинген (Германия)

Превод от немски на български език от INNO-CON GmbH
ноември 2023 г.

Настоящият документ е изготвен в контекста на проекта "Консултация относно избрани мерки за контрол на качеството на въздуха в България". Проектът е финансиран от Програмата за консултантска помощ (AAP) на Федералното министерство на околната среда на Германия за защита на околната среда в страните от Централна и Източна Европа, Кавказ и Централна Азия и други страни, съседни на Европейския съюз. Проектът се контролира от Федералната агенция по околна среда на Германия (Umweltbundesamt, UBA). Отговорността за съдържанието на този документ е на авторите.

Съдържание

Промени в описанието на програмата	iv
1 Общ преглед	1
2 Инсталиране	4
2.1 Windows	5
2.2 Linux.....	6
2.3 Дърво на директориите.....	7
3 Използване	8
3.1 Входни данни за изчисляване на дисперсията	9
3.1.1 Списък на параметрите	12
3.1.2 Сила на емисиите и налични вещества	21
3.2 Резултати от изчислението на дисперсия.....	23
3.3 Координати и координатна система.....	28
3.4 Изчисления с издигане на струята	29
3.4.1 Общи спецификации	29
3.4.2 Спецификация на параметрите за влажност	30
3.4.3 Определяне съдържанието на втечнена водна пара	32
3.5 Изчисления на база на времеви серии.....	32
3.5.1 Остарял AKTerm формат на DWD	33
3.5.2 Текущ AKTerm формат на DWD	33
3.5.3 Изрични времеви серии.....	38
3.5.4 Изрични времеви серии за валежи	40
3.5.5 Резултати	41
3.6 Изчисления на параметри, зависещи от ситуацията	42
3.7 Изчисления за сложен терен	43
3.7.1 Дефиниция за профил на терен	44
3.7.2 Дефиниция за сгради	47
3.7.3 Изчисление на полето на вятъра	47
3.7.4 Практическа процедура	49
3.7.5 Височина на смесен слой.....	50
3.8 Използване на външно създадени полета на вятъра.....	51
3.9 Избор на изчислителни решетки.....	55

3.10	Номинална честота на часовете на миризма	58
3.11	Мокро отлагане.....	60
4	Примери	61
4.1	Примерно изчисление.....	61
4.2	Примери	63
5	Отвъд TA Luft	66
5.1	Опция NOTALUFT	66
5.2	Опция VDI37831	68
Приложения		69
A	Тестове за проверка	69
00	Оценка на грешката в извадката	71
01	Изчисляване честотите на часове на миризма	72
02	Номинални честоти на часове на миризма	75
11	Тест за хомогенност: хомогенна турбулентност, постоянна времева стъпка	77
12	Тест за хомогенност: хомогенна турбулентност, променлива времева стъпка.....	78
13	Тест за хомогенност: нехомогенна турбулентност, постоянна времева стъпка	78
14	Тест за хомогенност: нехомогенна турбулентност, променлива времева стъпка ...	79
21	Тест за отлагане: отлагане, без утаяване	79
22a	Тест за отлагане: утаяване, без отлагане.....	81
22b	Тест за отлагане: отлагане с утаяване	82
23	Тест за отлагане: мокро отлагане.....	82
31	Тест на теоремата на Тейлър	84
41	Тест на профилите на Берлянд	85
51a	Тест за издигане на струята (параметри v_q и t_s)	90
51b	Тест за издигане на струята (вътрешен PLURIS)	92
51c	Тест за издигане на струята (външен PLURIS).....	93
61	Тест за следи на частиците в триизмерно поле на вятъра.....	94
B	Формати на файлове	96
B.1	DMNA файлове	96
B.2	Количества, дефинирани в Arakawa-C решетка	100
B.3	Регистър на дължините на грапавостта	101
B.4	Файл с настройки	104
C	Структура на програмната система.....	108

C.1	Компилятор	109
C.2	Поддръжка на роден език	110
D	Модел на поле на вятъра TALdia	113
D.1	Математическо изчисление на диагностичното поле на вятъра	114
D.1.1	Настроени за терена координати	114
D.1.2	Диагностична процедура	116
D.1.3	Разглеждане на профил на терена	117
D.1.4	Моделиране на граничен слой на Прандтл	119
D.2	Ефекти на сгради	119
D.2.1	Рециркулация	120
D.2.2	Слой на Прандтл и фронтален вихър	123
D.2.3	Повишена турбулентност предизвикана от сградата	123
D.2.4	Параметри на модела	124
E	Отлагане на седиментен прах	125
F	Точност на изчисляването на часовете на миризмата	127
G	Модел на граничен слой за други географски ширини	130
H	Индивидуални сравнения LBM-DE2012 и CORINE-2006	133
I	Сравнение с AUSTRAL2000	138
J	Разглеждане на дрейфа на капките	147
J.1	Въведение	147
J.2	Процедура	148
J.3	Оценка на средната скорост на падане	149
J.4	Оценка на средната скорост на вятъра	150

Промени в описанието на програмата

- 3.2B** Актуализация на 3.2.1.
- 3.2A** Опция WETDRIFT (стр. 24 и приложение J).
- 3.1G** Изходната таблица е коригирана по отношение на hg0 (стр. 31).
- 3.1F** Добавена е забележка за големите/малките букви за GRIDASCII файлове (стр. 51).
- 3.1E** Бележка въз основа на коригирания кадастър (LBM-DE2012) (стр. 110).
- 3.1D** Бележка относно оценените одоранти във файла с настройките (стр. 112).
- 3.1C** Програмен пач 3.1.2.
- 3.1B** Актуализация във връзка с факторите за оценка.
- 3.1A** Актуализация на описанието за версия 3.1 (опции NOTALUFT и VDI37831 и свързаните с тях подобрения), виж раздели 3.1 и 5.
- 3.0A** Актуализация на описанието на AUSTAL2000 2.6 (TA Luft old (2002)) към AUSTAL 3.0 (TA Luft (2021 г.)). Следните значителни промени са настъпили в програмната система:

1. Изпълнение на профила на метеорологичния граничен слой съгласно насока VDI 3783, част 8 (2017).

За сложни терени трябва да се спазва информацията за височината на смесения слой в раздел 3.7.5. За използването на модела на граничния слой в други географски ширини, виж приложение G.

За отрицателни дължини на Обухов, насоката VDI3783, част 8 (2017) предоставя стандартна стойност на смесения слой, която варира спрямо месеците на годината (сезонна височина на смесения слой). Тази промяна се взема предвид, ако се използва стандартната стойност за параметъра Coriolis и изчисление на времеви серии (AKTerm или `series.dmna`). При по-високо ниво на подробност (опция за повикване -v3), съответната часова стойност се извежда във файла `austal.log`.

Височината на смесения слой може да бъде определена изрично във файла с времеви серии `series.dmna`, ако е зададена опцията NOSTANDARD.

2. Спецификация на времевите серии за валежи.

При определяне на валежите, приносът за мокро отлагане се взема предвид за вещества, чиято степен на отмиване не е равна на 0. Валежите могат да бъдат предварително зададени с AUSTAL2000N в разширен AKTerm или директно във файла `series.dmna`. Алтернативно, скоростта на валежи може да бъде изрично посочена в отделен файл `precipitation.dmna`¹ в директорията на проекта (виж раздел 3.11). Разглеждането на валежите във връзка със статистическите данни за

¹ Немски езиков пакет: `niederschlag.dmna`

класове на дисперсия не е възможно според проекта на новата версия на TA Luft (2021).

3. Изпълнение на модела PLURIS.

Моделът на отпадъчни газове PLURIS е реализиран със спецификации съгласно доклади по физика на околната среда № 10 (2019) (виж раздел 3.4).

Издигането на струята се изчислява, ако t_q е по-голяма от околната температура и v_q е по-голяма от 0. В този случай, d_q също трябва да е по-голям от 0. Вече не е възможно да се определя топлинен заряд вместо температурата, за да се изключат несъответствия в стойностите на v_q и d_q , поради което топлинен заряд се пропуска като входен параметър.

Включени са тестове за проверка за прилагане на PLURIS (51b и 51c).

4. Регистър на грапавост на базата на LBM-DE2012.

От мрежата от данни, предоставени от Федералната агенция по околна среда, която се основава на LBMDE 2012, са създадени нови регистри за дължина на грапавостта (GK и UTM), които се използват както преди, виж приложения В.3 и Н.

Радиусът за определяне на средната дължина на грапавостта е увеличен от 10 пъти на 15 пъти средната височина на източника.

5. Параметри на отлагане.

Параметрите на отлагане (скорост на отлагане и степен на отмиване), съгласно проекта на новия TALuft (2021), са включени във файла с настройки. За разлика от TA Luft 2002 или AUSTAL2000, следните газообразни вещества сега се вземат предвид при изчислението на дисперсията: hg_0 , so_2 , no , no_2 . Виж таблицата в края на приложение В.4 и приложение I.

6. Допълнителни вещества.

Допълнителното вещество $pm_{2.5}$ с единствения компонент 1 (прах с диаметър по-малък от $2,5 \mu m$) е записано във файла с настройки.

Проектът на новата версия на TA Luft (2021) предвижда пределни стойности на отлагане за бензо(а)пирен и диоксини и т.н. съгласно приложение 4. Доколкото тези вещества са газообразни, не се определят параметри на отлагане. Следователно, тези вещества са приети само с техните прахови компоненти (имена на вещества bar и dx). Виж таблицата в края на приложение В.4.

Сравнения между резултатите от AUSTAL2000 и AUSTAL са изброени в приложение I.

Информация за актуализация за версия 3.2

3.2.1 (2023-08-01) Отстранен проблем 2023-07-31 (отмяна с опция WETDRIFT за определени комбинации от вложени мрежи).

3.2.0 (2023-07-17)

- NOSTANDARD опция WETDRIFT за отчитане на дрейфа на капките при определянето на мокрото отлагане;
- несъществено предупреждение за липсващи валежи при изчисленията с TALdia е премахнато;
- вътрешна проверка на коефициентите на преобразуване, посочени във файла с настройки за често срещани случаи;
- в отчитането на статистическата неопределеност на стойностите в точките за наблюдение.
- разглеждане на случаи със стойност на концентрация, която не е равна на 0 и е показана като равна на 0 поради закръгляне.

Информация за актуализация за версия 3.1

3.1.2 (2021-08-09) Отстранен проблем 2021-08-05 (брой оценени одоранти в програмата е коригиран).

3.1.1 (2021-07-05) Първо официално издание.

1 Общ преглед

Програмна система AUSTAL изчислява разпространението на миризми и замърсители във въздуха. Това е изпълнение на указанията, дадени в приложения 2 и 7 към проекта на TA Luft (2021). Моделът, на който се базира програмата, е описан в насока VDI 3945, част 3. Този документ описва версия 3.2 на програмната система.

Забележка: Правилното използване на програмната система изисква експертни познания в TA Luft и прогнозиране на имисии. Освен това ръководство, насока VDI 3783, част 13, предоставя допълнителна полезна информация.

Притежатели на авторските права на програмната система са Janicke Consulting, 88662 Юберлинген (Германия) и Федералната агенция по околна среда (UBA), 06813 Десау-Рослау (Германия). Програмната система, включително изходния код се предоставят безплатно.

Забележка: Програмите и изходните кодове са предмет на ПУБЛИЧНАТА ЛИЦЕНЗИЯ НА GNU. Не се дава никаква гаранция, изрична или подразбираща се, за данните и програмите, за тяхната коректност или предназначение. Потребителят поема целият риск от използването на програмите и кодовете.

Забележка: Коментари, предложения и въпроси трябва да се изпращат на имейл info@austal2000.de. Анализът на доклад за грешка изисква пълния набор от данни, използвани в изчислението, за предпочитане в компресиран вид.

Налични са изпълними програми (32-битови) за Windows и Linux, включително изходните кодове. Програмите са разработени и тествани на Windows 10 и Linux (SUSE и Ubuntu).

Програмната система AUSTAL е примерно изпълнение на Приложение 2 и Приложение 7 на TA Luft (2021). В него са реализирани следните аспекти:

- Изчисление на базата на времеви серии
- Изчисление на базата на статистически данни за клас на дисперсия
- Всички вещества, за които в TA Luft са посочени пределни норми
- Точкови и линейни източници, зонов и обемни източници
- Модел на граничен слой съгласно насока VDI 3783, част 8 (2017)
- Издигане на струята (изрично или съгласно докладите по физика на околната среда №10 (2019)²

² Janicke, U. (2019): Метод за изчисляване на издигането на струята от комини и охладителни кули, доклади по физика на околната среда, номер 10, ISSN 1439-8222, Ed. Ing. Office Janicke, Überlingen.

- Преобразуване на NO в NO₂ (съгласно насока VDI 3782, част 1)
- Сухо отлагане
- Гравитационно отлагане на прах
- Изчисляване на часовете на миризма според немското ръководство за излъчване на миризма (GIRL)
- Номинални миризми
- Зависими от времето параметри на емисиите
- Параметри на емисиите, зависещи от ситуацията
- Оценка на статистическата несигурност
- Автоматично определяне на изчислителната решетка
- Автоматично изчисляване на z₀ на базата на LBM-DE2012
- Метеорологични времеви серии (AKTerm) във формат, предоставен от германската метеорологична служба (DWD)
- Извличане на подходящата височина на анемометър, както е предвидено в AKTerm
- Резултати за мрежа от рецепторни точки
- Изчисляване на времеви серии на допълнителното натоварване в дадени рецепторни точки
- Изчисляване на характерна имисия на допълнителния товар
- Изчисляване на характерна имисия на общото натоварване във времеви серии
- Структуриран терен
- Поток около сгради
- Автоматично определяне на вложени изчислителни решетки за изчисления със сгради

Изчисляването на триизмерните вятърни полета в случай на профил на терен и/или сгради се извършва от диагностичния модел на вятърното поле *TALdia*.³

Резултатите от изчислението на разпространението на миризми⁴, обикновено трябва да бъдат преобразувани в зони за оценка.

³ Проект *Подобряване на диагностичен модел на вятърно поле за контрол на замърсяването свързан с промишлени съоръжения (TA Luft)*, федерална агенция по околната среда, Проект ID 203 43 256.

⁴ От името на: Държавен институт за опазване на околната среда (Карлсруе; настоящо наименование: Държавен институт за околна среда, измервания и опазване на природата), Държавна служба по екология в Долна Саксония (Хилдесхайм; сегашно наименование: Държавна търговска инспекция), Държавна агенция по околна среда NRW (Essen; настоящо име: Държавна служба за природа, околна среда и защита на потребителите). Доклад: Janicke, L., Janicke, U.: *Разработването на дисперсионния модел AUSTAL2000G*

Опцията NOTALUFT може да се използва за изготвяне на спецификации, които се отклоняват от TA Luft, изисквани по-специално за изчисляване на сценариите за производствения в съответствие с VDI 3783, част 1 (проект 2020/2021 г.). Опцията VDI37831 също е налична за свързване на модела с насоките на VDI 3783, част 2 за дисперсия на тежки газове. Използването на двете опции и свързаните входни параметри е обяснено в раздел 5.

2 Инсталиране

Необходими са набор от архиви, които могат да бъдат изтеглени безплатно от интернет. Предлагат се следните пакети:

<i>Основни пакети (виж раздел 2, Приложение С и В.3)</i>	
ast-vers-programs-sys_en.zip	Програма AUSTAL, TALdia и пакет файлове за система sys (Windows или Linux), Регистър на дължината на грапавостта, Описание на програмата.
<i>Приложни пакети (виж раздел 4 и Приложение А)</i>	
ast-vers-verification.zip	Тестове за проверка и резултати
ast-vers-examples_en.zip	Примерни изчисления и резултати
ast-vers-z0-register.zip	Регистър на дължината на грапавостта за Германия (базиран на LBM-DE2012) в системата UTM (зона 32) и в системата Гаус-Крюгер (3-та лента)
<i>Допълнителни</i>	
ViewLuc-vers.zip	JAVA - програма и данни за инспектиране на регистри
ast-vers-test-dust_de.zip	Тестови изчисления за утаяване на прах (виж приложение Е)
a2k-1.0.6-report_de.zip	Доклад за проекта за разработване на AUSTAL2000
dmk-2.2.0-report_de.zip	Проектен доклад за разработване на модел на вятърно поле за въздушен поток около сгради
<i>Езикови разширения и пакети за програмисти (виж раздел 2.1/2.2 и Приложение С)</i>	
ast-vers-nls.zip	Езикови пакети в UTF-8 и ISO-8859-1, немски и английски
ast-vers-programs-sys-gcc_de.zip	Програми, компилирани с компилатора на GNU
ast-vers-source.zip	Изходни кодове на всички програми

Основните пакети са минималното изискване. Програмата изисква файл с настройки austal.settings, който трябва да бъде разположен в същата директория като програмата. Ако дължината на грапавостта е изрично посочена, не се изисква регистър на дължината на грапавостта.

Забележка: Файлът с настройки не трябва да бъде променян. Програмата проверява дали съдържанието ѝ съответства на официалното разпространение и дава предупреждение, ако това не е така.

Текущата версия vers от 2023-08-01 е 3.2.1. Изпълними програми са осигурени за следните системи:

sys	Система	K
windows	Windows 10, компилирана с Intel-C 19.0 (оптимизирана)	WI-x
linux	Linux, компилирана с Intel-C 19.0 (оптимизирана)	LI-x
windows-gcc	Windows 10, компилирана с GNU-C 7.1 (не оптимизирана)	WG-0
linux-gcc	Linux, компилирана с GNU-C 7.5 (не оптимизирана)	LG-0

Забележка: Версията на GNU е значително по-бавна от оптимизираната версия на Intel и основно служи за ориентир. Приложение C съдържа някои сравнения на характеристиките.

Програмите са 32-битови, но работят и на 64-битови системи. Преводът като 64-битова програма не е лесен и изисква корекции на програмата. Програмите, създадени с различни версии на компилатора, в редки случаи могат да дадат леко по-различни резултати (но винаги в рамките на дадената статистическа несигурност). Следователно, в допълнение към версията на програмата, маркерът *K*, който посочва използвания компилатор, е посочен в регистрационния файл.

2.1 Windows

1. Създайте директория, в която да се инсталира AUSTAL (главна директория). Името е произволно, по-нататък се определя като *AST*.
2. Копирайте изтеглените архиви в *AST*.
3. Изберете архива с желаната версия на компилатора и декомпресирайте необходимите архиви към *AST*, като запазите пътя на информацията в архивите. Програмите *AUSTAL*, *TALdia*, файлът с настройки и езиковите пакети (latin1) се копират по време на извличане директно в *AST*.
4. В случай, че се нуждаете от езиков пакет, различен от инсталирания в предишната стъпка: изтрийте тези пакети от директорията на програмата, декомпресирайте в него архива с желаните езикови пакети и накрая, копирайте езиковите пакети от некомпесираната поддиректория *nls\LanguagePackage* в програмната директория.

Това е цялата инсталация. Не се правят промени в системата или вписвания в регистъра. Архивите могат да бъдат изтрети след инсталирането. За деинсталиране, просто изтрийте пълната директория *AST*.

2.2 Linux

1. Създайте директория, в която да се инсталира AUSTAL (главна директория). Името е произволно, по-нататък се определя като *AST*.
2. Копирайте изтеглените архиви в *AST*.
3. Декомпресируйте необходимите архиви към *AST*, например:

```
lj@linde:/ast > unzip ast-3.2.1-programme-linux
```

За да декомпресирате програмите, изберете архива с желаната версия на компилатора. Програмите *AUSTAL*, *TALdia*, файлът с настройки и езиковите пакети (utf-8) се копират по време на извличане директно в *AST*.

4. В случай, че се нуждаете от езиков пакет, различен от инсталирания в предишната стъпка:⁵ изтрийте тези пакети от директорията на програмата, декомпресируйте в него архива с желаните езикови пакети и накрая, копирайте езиковите пакети от некомпресирания поддиректория *nls\LanguagePackage* в програмната директория.

Това е цялата инсталация. Архивите могат да бъдат изтрети след инсталирането. За деинсталиране, просто изтрийте пълната директория *AST*.

⁵ Обърнете внимание кое кодиране се използва от вашата операционна система. Може да се види от настройките по подразбиране на редактора или конзолата. Може да се наложи да замените езиковите пакети UTF8, например, с тези, дадени в ISO-8859-1.

2.3 Дърво на директориите

Дървото на директориите на инсталираните файлове има следната структура:

```
AST/  
AST /austal.exe  
AST /austal.settings  
AST / AST _de@latin1.nls  
...  
AST/test/  
AST/test/anno11.akterm  
AST/test/simple/  
AST/test/simple/austal.txt  
...  
AST/verif/  
AST/verif/verify.bat  
AST/verif/evaluate.bat  
AST/verif/verif00.exe  
AST/verif/00/  
AST/verif/00/austal.txt  
...
```

3 Използване

Инструкциите по-долу се отнасят до система Windows (Windows 10). Разликите с Linux версията са толкова незначителни, че не са адресирани отделно.

Програмата *AUSTAL* работи неинтерактивно. Преди изчислението, всички входни данни трябва да бъдат предоставени в директорията на проекта (виж раздел 3.1). След това програмата се стартира от потребителя и изчислението протича без допълнително взаимодействие. Резултатите се съхраняват в директорията на проекта (вижте раздел 3.2) и процесът на изчисление се записва в регистрационен файл.

Забележка: Раздел 4.1 съдържа просто примерно изчисление.

Програмата обикновено се стартира от прозорец на DOS. DOS прозорец може да се отвори със следната последователност от менюто на Windows

Apps → Windows system → Command Prompt

Направете папка *AST* текущата папка на DOS прозореца. След това можете да влезете в програмата, като въведете

`austal [-D] Project [Option]`

където *Project* е името на директорията на проекта създадена по-рано. За пътя към директорията в Windows може да се използва наклонена черта (/) или обратна черта (\).

Без опции, програмата извършва изчисляване на дисперсията. В противен случай се извършва едно от следните действия, в зависимост от избраната опция:

- a Повторно оценява резултатите от завършено изчисление на дисперсията, по-специално времевите серии в рецепторните точки (виж раздел 3.5)
- D Ако тази опция е приложена като първи аргумент в програмното търсене: съдържанието на съществуващия регистрационен файл първоначално се изтрива; в противен случай, новата регистрирана информация се добавя към съществуващия файл.
- h Показва помощна информация с наличните опции на програмата.
- help Показва всички входни параметри, които могат да бъдат зададени във файл `austal.txt`.
- Z Ако е планирано изчисление на база на времеви серии: метео файл, даден във формат AKTerm, се преобразува във файла с времеви серии `series.dmna`⁶. След това този файл може да бъде добавен към изчислението на дисперсията (виж раздел 3.5).

⁶ Немски езиков пакет: `zeitreihe.dmna`

В допълнение са налични следните опции:⁷

- `-language=lan` Ускорява използването на езиковия пакет *lan*. Той може да се намира директно в директория на програмата или в поддиректория `nls\lan`. Ако *lan* е просто знак минус (т.е. `-language=-`), тогава езиков пакет не се зарежда, дори ако такъв съществува в директория на програмата.
- `-l` Създава библиотека на полето на вятъра (вижте раздел 3.7) за сложни терени или сгради и не извършва изчисляване на дисперсията. Ако библиотека на полето на вятъра вече съществува, тя се изтрива след потвърждение от потребителя.
- `-p` При изчисление на равен терен без сгради, програмата записва във файла `austal.log` приложените едноизмерни профили на граничния слой за всеки времеви интервал. За изчисления с терен или сгради се показва списък на приложените основни полета в библиотеката на полето на вятъра.
- `-vLevel` Задава нивото на подробност, което контролира количеството програмна информация, записана в регистрационния файл. По подразбиране е ниво 3. Колкото по-високо е нивото, толкова повече информация се изписва.
- `-X0` По подразбиране, когато Windows използва езиков пакет `de@latin1`, изходен екран се кодира според кодова страница 850, което е настройката по подразбиране на конзолата. Посочената опция потиска това кодиране.

3.1 Входни данни за изчисляване на дисперсията

Изчисляването се извършва в декартова координатна система, където *x*-оста върви от запад на изток, а *y*-оста - от юг на север. Цялата дължина и спецификации на координатите са в метри и се отнасят до тази координатна система. Абсолютното положение на нулевата точка на координатната система се определя от потребителя за всеки проект, било в координатна система Гаус-Крюгер (параметри *gx* и *gy*), или в UTM координатна система (параметри *ux* и *uy*). От практическа гледна точка, нулевата точка се избира така, че да е близо до центъра на емисиите.

Забележка: Параметрите *gx* и *gy*, съответно *ux* и *uy*, са единствените абсолютни координати. Всички други координатни спецификации не надвишават абсолютна стойност от 200 000 (виж раздел 3.3).

Изчислителната решетка е с правоъгълна форма с постоянен размер на клетката в хоризонтала и увеличаващ се размер на клетката във вертикала (*z*-ос). Може да се използва набор от вложени решетки с еднакви вертикални разстояния, но различни обхвати и размери на клетките в хоризонталата (виж раздел 3.9).

⁷ Недокументирате опции, които могат да повлияят върху резултата и съществуват само за целите на тестване, са: `-J`, `-x`.

Необходими са следните файлове:

1. Текстов файл `austal.txt` с основните входни параметри като източници на емисии и сила на емисиите (в директорията на проекта).
2. Метеорологични времеви серии или статистика за клас на дисперсия (път на информацията в `austal.txt`).
3. За зависими от времето параметри на емисиите: стойности на параметъра времеви серии във файл `series.dmna`⁸ (в директорията на проекта).
4. За зависещи от ситуацията параметри на емисиите (в комбинация със статистически данни за клас на дисперсия, виж раздел 3.6): за всеки параметър - DMNA файл със зависими от ситуацията стойности (в директорията на проекта).
5. За автоматично изчисление дължината на грапавост z_0 : регистър на дължините на грапавостта в основната директория на AUSTAL (файл `z0-utm.dmna`, когато се използват UTM координати или файл `z0-gk.dmna`, когато се използват координати на Гаус-Крюгер).
6. За сложни терени: профил на терена на избраната зона на изчисление във файла `zg00.dmna` (в директорията на проекта). Може да се генерира автоматично от цифров модел на терена (път на информацията, посочен с параметъра `gh` в `austal.txt`).

Входната информация за AUSTAL се състои най-малко от текстовия файл `austal.txt` и изрични времеви серии `series.dmna` или метеорологичните времеви серии (AKTerm) или статистика за клас на дисперсия (AKS). AKTerm и AKS могат да бъдат получени например от германската метеорологична служба (DWD).

За целите на тестване, от DWD са налични пет времеви серии за пет поредни години (файлове `anno11.akterm` до `anno15.akterm`) с асоциирани серии за валежи (файлове `niederschlag11.dmna` до `niederschlag15.dmna`). От данните на AKTerm е създаден също AKS (файл `anonym11-15.aks`). Тези файлове са част от примерните пакети AUSTAL.

Вместо AKTerm, метеорологичните времеви серии `series.dmna`, евентуално и други параметри, зависещи от времето, също могат да бъдат зададени директно. Допълнителни подробности са описани в раздел 3.5.

За изчисления с профил на терен се изискват файл(ове) `zg0l.dmna` (ниво на решетката l , $l = 0$ без влагане) с профила на терена. Всеки файл съдържа височините на терена в точките на мрежата на изчислителната решетка (точките в ъглите на клетките на мрежата), (виж раздел 3.7 и забележка раздел 3.9).

Текстовият файл `austal.txt` съдържа цялата информация на проекта. Файлът може да бъде създаден и редактиран с всеки обикновен редактор (Editor). При използване на

⁸ Немски езиков пакет: `zeitreihe.dmna`

програма за текстообработка, трябва да се внимава файлът да бъде записан като обикновен текстов файл, а не като Word документ например.

Входният файл се състои от редове за коментари и редове с данни⁹. Редовете за коментари започват със знак минус и могат да бъдат навсякъде в текста. Редовете с данни започват с името на параметър и една или повече стойности, присвоени на този параметър, разделени от интервал или табулатор.

Стойностите могат да бъдат числа или низове. Числата могат да изписани с десетична запетая или десетична точка (разделители на хилядите не са разрешени). Низовете трябва да бъдат оградени с двойни кавички. Коментари, въведени с апостроф, могат а се добавят към редове с данни¹⁰.

Числата са представени в единиците грам, метри и секунди, температурата в градус по Целзий, относителната влажност в проценти и водното натоварване в грамове на грам (или килограми на килограм). Това означава, например, че скоростта на вятъра трябва да бъде определена в m/s, а силата на емисиите в g/s. Емисиите на миризма са посочени в OU/s. Ако параметърът не е изрично зададен, неговата стойност се прилага по подразбиране.

Спецификациите за време имат следния формат: *year-month-day.hour:minute:second*.

Информацията за времето в динамичните редове се отнася за стандартизирано зоново време (обикновено GMT+01:00), което не е посочено. Ако са показани дневни средни стойности, те се отнасят за последователни времеви интервали от 24 часа.

Въвежданият текст свършва в края на файла или ако попадне на ред, започващ със звезда. Пример за прост входен файл е:

-- Пример за прост входен файл

```
-----
ti "demo-1"           ' Идентификация на проекта
az "../annoll.akterm" ' времевите серии да използват AKTerm
gx 3500000            ' източна стойност на референтна точка
gy 5500000            ' северна стойност на референтна точка
hq  50                ' височина на източника (m)
-----
so2  5.56              ' g/s, съответства на 20 kg/h
*
```

В този пример, източникът се намира в центъра на зоната за изчисление, която е зададена от програмата, а дължината на грапавостта на повърхността се изчислява от програмата на база на регистъра на грапавост.

⁹ Един ред не може да надвишава 31996 знака

¹⁰ на немската клавиатура над символа #.

3.1.1 Списък на параметрите

По-долу е даден списък на всички налични понастоящем входни параметри и техните стойности по подразбиране (без да включват сила на емисиите).¹¹ В скобите е посочен броят на необходимите стойности, където n_q е броят на източниците, n_b броят на сградите, n_n броят на изчислителните решетки (не повече от 6), n_r броят на рецепторните точки (не повече от 20), и n_z броят на вертикалните слоеве (не повече от 100).

Стойността на параметър, който представлява низ (например `ti`), не може да надвишава 255 знака. Ако низът съдържа празни места, той трябва да бъде затворен в кавички.

ab (n_b) Протежение на сграда в посока x преди завъртане (по подразбиране 0).

Сградата се определя като куб, който може да се върти около вертикална ос. Без завъртане, x_b и y_b се отнасят до долния ляв (югозападния) ъгъл на основата, а z_b е вертикалният обхват (основата винаги е на земята); ab и bb се отнасят за протежението на сградата съответно в x и y посока. Завъртане обратно на часовниковата стрелка около долния ляв ъгъл се дефинира с wb (в градус).

Цилиндричните сгради (например охладителни кули) се определят от отрицателна стойност на bb , която след това определя диаметъра на цилиндъра. В този случай, параметърът ab трябва да бъде зададен на 0, x_b и y_b определят центъра на основата, а wb се игнорира.

aq (n_q) Протежение на източник в посока x преди завъртане (по подразбиране 0).

Източникът се определя като куб, който може да се върти около вертикална ос. Без завъртане, x_q и y_q се отнасят до долния ляв (югозападния) ъгъл на основата, а h_q е разстоянието от земята; aq , bq и cq се отнасят за протежението на източника съответно в x , y и z посока. Завъртане обратно на часовниковата стрелка около долния ляв ъгъл се определя с wq (в градус).

as (1) Наименование на статистиката за клас на дисперсия (AKS), виж **az**.

az (1) Наименование на метеорологичните времеви серии (AKTerm). Ако AKTerm не се намира в директорията на проекта, тогава трябва да се включи или пътят към директорията на проекта, или абсолютният път. Примери:

```
az anno11.akterm      ' файлът е в директорията на проекта
az ../anno11.akterm   ' файлът е в основната директория
f:/akterm/anno11.akterm ' файлът е на различно устройство
```

Ако файлът с времеви серии `series.dmpa` не се съдържа в директорията на проекта (виж раздел 3.5), тогава **az** трябва да се специфицира като се използва AKTerm или AKS.

bb (n_b) Протежение на сграда в посока y преди завъртане (по подразбиране 0), виж **ab**.

¹¹Допълнителни параметри, които могат да повлияят на резултатите от изчисленията и са предназначени единствено за тестови цели (и изискват опцията NOSTANDARD) са: `hm`, `ie`, `im`, `mh`, `x1`, `x2`, `x3`, `y1`, `y2`, `y3`.

- bq (n_q) Протежение на източник в посока y преди завъртане (по подразбиране 0), виж aq.
- cb (n_b) Вертикално протежение на сграда (по подразбиране 0), виж ab.
- cq (n_q) Вертикално протежение на източник (по подразбиране 0), виж aq.
- d0 (1) Височина на изместване d_0 на метеорологичните профили (по подразбиране $6z_0$).
- dd (n_n) Размер на клетка в хоризонтал на изчислителната решетка.

Стойността по подразбиране, автоматично приложена от програмата, е за изчисления без сгради, дадени с най-малка средна височина на източника $h_q + 0,5 * c_q$, минимум 16m.

Изчислителната решетка се състои от n_x клетки в посока x , започваща от x_0 , аналогично в посока y . Ако местоположението и обхватът на зоната за изчисление не са посочени, тя се задава за изчисленията без сгради, така че за всеки източник, окръжност около източника с диаметър 50 пъти по-голям от средната височина на източника (минимум 1000m) е изцяло вътре в зоната. При изчисления със сгради, по подразбиране се прилагат вложени решетки. Тук местоположението и обхватът на решетките се определят в зависимост от конфигурацията на източниците и сградите (виж раздел 3.9).

- dq (n_q) Диаметър на източник (по подразбиране 0). Този параметър се използва само за изчисляване на издигане на струята.
- gh (1) Име на файла, който съдържа цифровия модел на терена (обикновено във формат ArcinfoGRID-ASCII).

Името на файла се оценява, само ако профилът на терена $zg0l.dmta$ (ниво на решетка l , $l = 0$ без влагане) все още не е наличен. В противен случай, параметърът се оценява само като индикация дали изчислението трябва да се извърши за сложен терен или не. В този случай е достатъчна звезда като стойност на параметъра (вижте раздел 3.7).

Забележка: Максималната стръмнина на терена е посочена в регистрационния файл (като наклон над една хоризонтална ширина на клетката, съответно, в скоби, над две ширини на клетката).

- gx (1) Източна стойност на източника в Гаус-Крюгер координатна система.
За изчисляването на z_0 , дадените координати на източника се трансформират вътрешно в лентата, в която се определя регистърът на Гаус-Крюгер (файл $z0-gk.dmta$) (по подразбиране 3-тата лента), вижте раздел B.3
- gy (1) Северна стойност на източника в Гаус-Крюгер координатна система, виж gx.
- ha (1) Анемометрова височина h_a над земята.

Ако стойността на анемометровата височина е дадена изрично, то се използва тя. В противен случай, ако е осигурен АКTerm съдържащ анемометрови височини за

всички класове на грапавост, стойността принадлежаща на текущия клас се разчита и използва. Или се прилага стандартната настройка $10m + d_0$.¹²

Забележка: Анемометровата височина трябва да е много над слоя на изместване и по-специално по-голяма от $d_0 + 6z_0$, виж също бележката под линия).

- hh** ($n_z + 1$) Вертикална решетка, определена от координатите z на граничните точки на слоя като височина над земята. Настройката по подразбиране за изчисления без сгради е
- hh 0 3 6 10 16 25 40 65 100 150 200 300 400 500 600 700 800 1000 1200 1500
- За изчисленията със сгради, виж qb. Този параметър се оценява само в случай, че е зададена опция NOSTANDARD, виж os.
- hm** Спецификация на височината на смесен слой. Настояването на този параметър е ефективно, само ако в същото време е зададена опция NOSTANDARD. Височината на смесения слой може да бъде определена също като функция на времето във файл `series.dmna`.
- За изчисления в сложни терени се изисква особено внимание, когато височината на слоя на смесване се определя изрично. По-специално, за отрицателни дължини на Монин-Обухов трябва да се добави средното изместване на терена, виж раздел 3.7.5.
- hp** (n_p) Височина на рецепторна точка над земята (по подразбиране 1.5).
- hq** (n_q) Височина (долен край) на източник над земята (няма стойност по подразбиране, този параметър трябва да бъде зададен), виж aq.
- ib** (1) Време за осредняване (в секунди), което се включва в изчисляването на профилите на метеорологичния граничен слой в съответствие с указание VDI 3783, част 8 (стандарт според TA Luft 3600 s). Стойност, по-малка от 3600 s, може да бъде полезна, ако са зададени времеви редове с непостоянни стойности на посоката на вятъра (и скоростта на вятъра) с времеви интервали, по-малки от един час. Промяната на стойността по подразбиране изисква опцията NOTALUFT (виж по-долу). Приетият диапазон от стойности е от 60 до 3600.

¹² За пояснение: В елементарния случай, скоростта на вятъра u се определя с помощта на следното уравнение, съгласно VDI 3783, част 8 (2017):

$$u(z) = u_a \ln \left(\frac{z - d_0}{z_0} + 1 \right) / \ln \left(\frac{h_a - d_0}{z_0} + 1 \right) \quad \text{für } z \geq d_0 + 6z_0$$

Тук, наред с други неща, u_a е скоростта на вятъра в позицията на анемометъра (от AKTerm, AKS или самостоятелно определена времева серия), z е височината над земята и h_a е височината на анемометъра, посочена над параметъра h_a . Профилът на скоростта на вятъра под височина $d_0 + 6z_0$ се интерполира линейно до стойност 0 при $z = 0$, докато всички други профили се поддържат постоянни при стойността си за $d_0 + 6z_0$.

- in** (1) Времеви интервал (в секунди), за който концентрацията се изчислява вътрешно (по подразбиране според TA Luft $I = 3600$ s). Промяната на стойността по подразбиране изисква опцията NOTALUFT (вижте по-долу). Приетият диапазон от стойности е от 5 до 3600.
- lq** (n_q) Съдържание на втечнена водна пара в обема на изпускните отпадъчните газове в kg/kg влажен въздух, използвано за изчисляване на издигане на струята (по подразбиране 0). lq може да бъде определен като зависим от времето параметър.
- nx** (n_x) Брой клетки на решетката в посока x, виж dd.
- ny** (n_y) Брой клетки на решетката в посока y, виж dd.
- nz** (n_z) Брой клетки на решетката в посока z.

По правило, този параметър не трябва да се посочва, той се задава автоматично от програмата. Програмата винаги задава броя на максималната стойност n_z , дефинирана от hh, освен в случаите на вложени решетки със сгради, където броят е зададен за най-фината решетка, така че да се простира до два пъти височината на най-високата сграда, но поне 20m.

Забележка: Параметърът се оценява само за вложени решетки със сгради. Тук трябва да се има предвид, че частиците, които излизат от изчислителната решетка, влизат в следващата по-груба решетка, а частиците, които излизат от най-грубата решетка, се отхвърлят. Следователно, в частност стойността на най-грубата решетка трябва винаги да бъде зададена с максималната си n_z стойност.

- os** (1) Опция низ. Няколко опции или задания трябва да бъдат дефинирани последователно и разделени с точка и запетая.

Забележка: Оценката на символния низ е чувствителна към големи и малки букви. Следователно опциите трябва да бъдат записани по начина, посочен тук.

За стандартни изчисления са налични следните опции:

LOGPLURIS В регистрационния файл се изписва допълнителна информация за изчислението на издигане на струята.

NESTING Вместо единична решетка се генерира набор от вложени решетки с различни размери на клетките в хоризонталата (виж раздел 3.9).

- **NESTING** За изчисления със сгради, вложените решетки се пропускат и се използва единична решетка.

NOTALUFT Тази опция може да се използва, за отклонение от стандарта TA Luft, виж раздел 5:

- Когато се задават времеви редове като файл `time-series.dmn`, могат да се използват непостоянни времеви интервали (началото на първия интервал е целият предишен час).
- Параметърът `in` може да се използва за определяне на интервал от време I , различен от един час за определяне на концентрацията.
- Стандартната стойност n за броя на интервалите от време I за осредняване, преди да се напише разпределението на концентрацията е зададено на 1 вместо на 24 (виж присвояването на `NOSTANDARD Average`= по-долу).
- Всички последователни разпределения на концентрация се записват в папката на проекта (виж присвояването на `NOSTANDARD WriteSeries`= по-долу).
- Параметърът `ib` може да се използва за определяне на интервал от време, различен от един час за изчисляване на профилите на метеорологичния граничен слой.
- Няма оценка на резултатите.

SCINOTAT Всички изчислени стойности на концентрация и отлагане се изписват в научна нотация (експоненциален формат с 4 значими десетични знака).

VDI37831 Изисква опцията NOTALUFT. С тази опция може да се осъществи свързване на тежък газ, както е предвидено в предварителния проект (2020/2021) на насока VDI 3783, част 1, виж раздел 5:

- Параметърът `vq` (изходна скорост) може да бъде зададен с отрицателна стойност. В този случай допълнителната скорост на частиците е насочена надолу и при отражение от земята посоката надолу на скоростта се запазва.
- Параметърът `ts` може да бъде зададен (допълнително време за намаляване на скоростта) без да е необходима опцията `NOSTANDARD`.
- Параметърът `sh` (хоризонтален произволен компонент на изходната скорост) може да бъде зададен.

Отклоненията от стандартното поведение са възможни чрез опцията `NOSTANDARD`. В комбинация с опцията `NOSTANDARD` е възможна следната информация (виж също Приложение A):

***Забележка:** Опциите `NOSTANDARD` трябва да се използват само ако наистина е необходимо, и то с нужното внимание.*

Average= n Брой времеви интервали I , осреднени временно преди изписване на разпределението на концентрациите (по подразбиране $n = 24$, с опция NOTALUFT $n = 1$). Ако стойността по подразбиране се промени (и обикновено с опцията NOTALUFT), няма автоматична оценка на резултатите.

BS= c_{BS} За изчисления с миризми, съответно odor_ nnn , стойността c_{BS} се прилага като праг за оценка на миризмата (по подразбиране е 0.25 OU/m^3).

Glat= b Посочва географската ширина в градуси, за която параметърът Coriolis, използван в модела на граничния слой, се преизчислява (виж приложение G).

NOSHEAR Потиска въртенето посоката на вятъра с височината.

NOSTDW При изчисление на издигането на струята се пренебрегва спускането под върха на комина (*stacktip downwash*).

SORRELAX В процедурата SOR (последователна свръхрелаксация), при изчисляване на потока около сгради с моделния подход DMK се използват по-малко строги критерии за прекратяване на изчислението. Например, с тази опция може да се избегне прекратяване изчислението на полето на вятъра поради лошо настроена вертикална решетка.

SPECTRUM За гравитационно отлагане на прах в рамките на даден клас диаметър на ФПЧ, масата на частиците се разпределя еднакво по диаметрите на този клас, а скоростта на отлагане се изчислява отделно за всяка частица според нейния аеродинамичен диаметър, виж приложение E.

WETDRIFT Когато се определя мокрото отлагане, се взема предвид дрефът на дъждовните капки, виж Приложение J.

Vd= v_d Изрична спецификация на скоростта на отлагане (в m/s), която се използва за всички вещества.

Vs= v_s Изрична спецификация на скоростта на утаяване (в m/s), която се използва за всички.

Wf= λ Изрична спецификация на степента на отмиване (в $1/\text{s}$), която се използва за всички вещества.

We= a Изрична спецификация на показателя на експозицията на скоростта, използван за всички вещества.

WriteSeries= b При $b=0$ временните разпределения на концентрацията (виж заданието Average=) се изтриват в края на оценката, с $b \neq 0$ те се формират и записват в директорията на проекта с последователна номерация в името на файла; тогава името на файла има формата Stoff- $nnnnp.dmn$, където $nnnnn$ е последователната номерация и p показва представената величина (z за концентрация, s за статистическа неопределеност). Стандартът е $b=0$, а с опцията NOTALUFT $b=1$.

- qb (1) Ниво на качество за автоматично генериране на изчислителни решетки и вертикална решетка за изчисления със сгради (по подразбиране 0).

Най-ниският вертикален слой винаги се простира от 0m до 3m. Над него, вертикалната решетка има постоянно разстояние Δz до два пъти височината на най-високата сграда. След това, разстоянието се увеличава до втората-следваща стойност на вертикалната решетка по подразбиране (виж hh) с 50% за интервал; над това се прилагат височините на вертикалната решетка по подразбиране¹³. Най-фината решетка има хоризонтален размер на клетката Δx . Стойностите на Δx и Δz се задават, както следва:

qb	-3	-2	-1	0	1
Δx	32	16	8	4	2
Δz	6	4	3	3	2

- qs (1) Ниво на качество, което определя силата на емисиите на симуирани частици (по подразбиране 0).

Увеличение с 1 удвоява броя на използваните симуирани частици и понижава статистическата несигурност (стандартно отклонение) с коефициент $1/\sqrt{2}$; от друга страна, времето за изчисляване също се удвоява. Съответното се отнася за намаляване на нивото на качество. По подразбиране, AKS изчислението прилага най-малко 43000000 симуирани частици, а AKTerm изчислението - най-малко 63000000.

Разрешените стойности са в обхвата от -4 до +4; те могат да бъдат превишени с използване на опцията NOSTANDARD.

- rb (1) Име на файла с растеризирани форми на сгради (DMNA формат), път на информацията както е.

Такъв файл може да се използва като алтернатива на изричното дефиниране на форми на сгради (виж ab). Частта с данни е двуизмерна и за всяка клетка на решетка с постоянни вертикални интервали съдържа броя (цяло число) на вертикалните интервали, които са обхванати от сграда. Широчината на вертикалния интервал dz , западният ръб $x0$, южният ръб $y0$ и размерът на хоризонталната клетка dd на мрежата трябва да бъдат посочени в заглавието на файла. Не се изисква тази решетка да съвпада с изчислителната решетка: преди изчислението клетките и се проектират към изчислителната решетка, както това е направено с изрично определени форми на сграда.

¹³ Например за qb, равно на 0, и сграда с височина 20 m, автоматично генерираната вертикална решетка отчита 0 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 46 52 65 100 150 200 300 400 500 600 700 800 1000 1000 1500 1500.

***Забележка:** Сградите, растеризирани в компютърни решетки, трябва да бъдат достатъчно добре разрешени (виж изходен файл voloutij.dmta). Трябва да се избягват единични празни или заети сградни клетки.*

- r i** (1) Посочва че за изчисляване на времеви серии трябва да се използва мокро отлагане (интензитет на дъжд). Единствената разрешена стойност е въпросителен знак (?), която показва, че скоростта на валежите е дадена като времева серия. Ако този параметър не е посочен, стойностите на скоростта на валежи, изброени в AKTerm или във времева серия, се игнорират. Това се отбелязва в регистрационния файл.
- r q** (n_q) Относителна влажност на отпадъчните газове в проценти за изчисляване издигането на струята (по подразбиране 0). Алтернатива на sq. r q може да бъде определен като времева серия.
- s d** (1) Начална стойност на генератора на произволни числа (по подразбиране 11111). Избирането на различно число ще генерира различна серия от произволни числа, така че резултатите ще имат различна извадка.
- s h** (n_q) Хоризонтална произволна компонента на скоростта на изхода за свързването на тежък газ в m/s. Настройката на този параметър е ефективна само ако е посочена и опция VDI37831.
- s q** (n_q) Специфична влажност на отпадъчните газове в kg на kg влажен въздух за изчисляване издигането на струята (по подразбиране 0). Алтернатива на r q. s q може да бъде определен като времева серия.
- t i** (1) Идентификационен низ на проекта (по подразбиране TEST). Идентификацията се записва във всички файлове с резултати.
- t q** (n_q) Температура на отпадъчните газове в градуси по Целзий (по подразбиране 10) за изчисляване издигането на струята. t q може да бъде определен като времева серия. Издигането на струята се изчислява, когато v q и d q са по-големи от 0. Стойностите на t q по-малки от околната температура (10 градуса по Целзий) са вътрешно настроени на околната температура¹⁴.
- t s** (n_q) Времева скала T_s (виж VDI 3945, част 3, раздел D5) за издигане на струята (по подразбиране 0).
Ако този параметър е посочен, тогава издигането на струята се изчислява съгласно метода определен в VDI 3945, част 3, раздел D5, при който параметър v q се интерпретира като насочена нагоре допълнителна скорост v_0 . t s може да бъде определен като времева серия.

¹⁴ Според конвенцията на TA Luft 2002, температурата на отпадъчните газове T (в градуси по Целзий) може да бъде изчислена от топлинния поток Q (в MW) като $T = T_a + Q/(0.00136R)$ с $T_a = 10$ градуса Целзий, а обемът на отпадъчните газове (f) в стандартно състояние $R = (\pi/4)d^2vT_0/(T+T_0)$ с диаметър d , изходна скорост v и $T_0 = 273.15$ Келвин. Така, за T в градуси по Целзий се получава формулата $T = (T_a+T_0)/(1-a)-T_0$ с $a = Q/(0.00136(\pi/4)d^2vT_0)$.

Задаването на този параметър е ефективно, само ако едновременно с това е посочена опцията NOSTANDARD или VDI37831, виж os.

ux (1) Дясна стойност (изток) на нулевата точка, използвайки UTM координати.

При изчисляване на z_0 не се прави преобразуване на координатите, следователно ux и uy трябва да бъдат отнесени към същата зона като приложения регистър с дължини на грападостите (файл z0-utm.dmna), виж раздел B.3.

uy (1) Горна стойност (север) на нулевата точка в UTM координатна система. Виж ux.

vq (n_q) Скорост на изпускане на отпадъчните газове (по подразбиране 0), виж qq и sq. vq може да бъде определен като времева серия.

Издигането на отпадъчните газове се изчислява, ако vq е по-голямо от 0. В този случай dq също трябва да е по-голямо от 0.

wb (n_b) Ъгъл на въртене около вертикална ос, която пресича долния ляв ъгъл на основата на сградата (по подразбиране 0), виж ab.

wq (n_q) Ъгъл на въртене около вертикална ос, която пресича долния ляв ъгъл на основата на източника (по подразбиране 0), виж aq.

x0 (n_n) Ляв (западен) ръб на зоната на изчисление, виж dd

xa (1) x-координата на позицията на анемометъра (по подразбиране 0). Позицията трябва да бъде вътре в зоната на изчисление.

xb (n_b) x-координата на сграда (по подразбиране 0), виж ab.

xr (n_r) x-координата на рецепторна точка.

xq (n_q) x-координата на източник (по подразбиране 0), виж aq.

y0 (n_n) Долен (южен) ръб на зоната на изчисление, виж dd.

ya (1) y-координата на позицията на анемометъра (по подразбиране 0), виж xa.

yb (n_b) y-координата на сграда (по подразбиране 0), виж ab.

yr (n_r) y-координата на рецепторна точка.

yq (n_q) y-координата на източник (по подразбиране 0), виж aq.

z0 (1) дължина на грападост на повърхността z_0 .

Ако този параметър не е зададен, дължината на грападостта на повърхността автоматично се извлича от регистъра на дължините на грападостта, виж раздел B.3, и се закръгля до една от стойностите по *TA Luft*. За извеждане на формулата трябва да се посочат gx и gy или ux и uy.

Стойността не се закръгля, ако е дадена изрично в комбинация с опция NOSTANDARD; закръглена стойност след това се използва само вътрешно за извличане на дължините на Монин-Обухов от спецификацията на клас на дисперсия и за разчитане на анемометрова височина от заглавието на данните на файл с времеви серии.

zq (n_q) Съдържание на вода (газообразна и течна форма) в kg на kg сух въздух (по подразбиране 0) за изчисление издигането на струята. zq може да бъде определен като времева серия.

3.1.2 Сила на емисиите и налични вещества

Силата на емисиите е посочена както другите параметри на източника. Името на параметъра закодира веществото, а стойностите са силата на емисиите на различните източници за това вещество (в g/s, или OU/s за ароматизиращи вещества или 1/s за биоаерозоли, т.е. брой в секунда).

Наличните вещества и техните характеристики са дефинирани във файла с настройки на AUSTAL (файл `austal.settings`). Те са посочени също в таблицата в края на раздел В.4.

Следните газообразни вещества са налични по подразбиране:

<code>so2</code>	Серен диоксид, SO_2
<code>nox</code>	Азотни оксиди, NO_x (определени като NO_2)
<code>no</code>	Азотен монооксид, NO
<code>no2</code>	Азотен диоксид, NO_2
<code>nh3</code>	Амоняк, NH_3
<code>hg0</code>	Елементарен живак, $Hg(0)$ ($v_d=0.0003m/s$)
<code>hg</code>	Живак, Hg , според TA Luft ($v_d=0.005m/s$)
<code>bz1</code>	Бензен
<code>tce</code>	Тетрахлоретилен
<code>f</code>	Флуороводород (определен като F)
<code>xx</code>	Неопределено
<code>odor</code>	Неоценено ароматизиращо вещество
<code>odor_nnn</code>	Номинален ароматизант с коефициент на оценка определен от идентификатора <i>nnn</i> , виж раздел 3.10. Възможните стойности за <i>nnn</i> са: 050, 075, 100, 150.

Веществото NO_x се третира от програмата отделно от NO и NO_2 . Това означава, че тук потребителят трябва да прилага същите емисии като за NO и NO_2 (съгласно правилото $nox = no2 + 1,53*no$). Веществото `xx` може да се използва за вещество, което не е изрично налично, но за което е необходимо изчисляване на дисперсията, според TA Luft. Газообразните компоненти на `xx`, както и за веществата `odor` и `odor_nnn`, се изчисляват без отлагане.

За фините прахови частици (PM) могат да бъдат разграничени различни класове на аеродинамичния диаметър (1 до 4 и *неизвестни*), според TA Luft. За целта са предвидени следните компоненти:

Компонент / Клас 1	аеродинамичен диаметър по-малък от 2,5 µm
Компонент / Клас 2	аеродинамичен диаметър 2,5 до 10 µm
Компонент / Клас 3	аеродинамичен диаметър 10 до 50 µm
Компонент / Клас 4	аеродинамичен диаметър по-голям от 50µm

Името на параметъра се състои от името на веществото, знак минус и името на компонента. За фини прахови частици с аеродинамичен диаметър по-голям от 10 µm, ако разделянето им в класове 3 и 4 не е известно, се използва името на компонента и (за *неизвестни*), например например pm-и. Следните фини прахове могат да бъдат определени:

pm	PM, общ прах
as	арсен, As
cd	кадмий, Cd
hg	живак, Hg
ni	никел, Ni
pb	олово, Pb
tl	талий, Tl
bar	бензо(а)пирен, BaP
dx	диоксин и други подобни
xx	неопределен
bae	биоаерозил

Финият прах (диаметър по-малък от 10 µm) е представен от двата компонента 1 и 2 (например pm-1 и pm-2). Освен това може да се използва PM2.5

pm25 PM2.5

тук, разбира се, е наличен само компонент 1 (pm25-1).

За биоаерозолите количеството се дава като число, т.е. емисията се представя в 1/s а концентрацията - в 1/m³. Числото може да бъде броят на самите частици на биоаерозола (напр. в случая на прашеца) или броят на единиците, образуващи колонии (например за бактерии). И в двата случая той се характеризира с "1".

Трябва да се отбележи, че за обозначаване на отлагането се извършва автоматично сумиране във всички класове, а за определяне на концентрацията - автоматично сумиране се извършва в компоненти 1 и 2 (и, ако е подходящо, газообразният компонент).

Следователно, показаната концентрация съдържа само фините прахови компоненти и, ако е приложимо, газовия компонент.

3.2 Резултати от изчислението на дисперсия

При стартиране в директорията на проекта, програмата създава регистрационен файл с име `austal.log` (текстов файл), в който, наред с другите, се записват текущото време, програмната версия и името на директорията на проекта. Ако този файл вече съществува, съдържанието му не се изтрива по подразбиране, а новата регистрационна информация се добавя в дневника (изтриването е наложително с опцията `-D`). След това са изброени входните параметри, както са дадени във входния файл `austal.txt`, последвани от информация за изпълнението на програмата; накрая се записва кратка оценка на основните резултати.

Резултатите от изчислението на дисперсията се записват в отделни файлове за различните вещества. Имената на файловете са във формата

Substance-TypeParameterGrid

и разширението на името на файла е `.dmna`.

Форматът на файла е посочен в приложение В. Данните се изписват слой по слой с толкова слоеве, колкото са необходими за покриване на всички височини на рецептора. Ако не са посочени рецепторни позиции или ако всички рецептори имат височина по подразбиране 1,5 m, тогава се изписва само приземният слой. Стойностите на височината на интервалите на слоя са посочени в заглавието на файла като параметър SK (виж входния параметър hh).

***Забележка:** Имената за Тип и Параметър зависят от езиковата настройка (виж раздел C.2). Следните английски версии се използват.*

- Резултати по тип *Type*

Видовете резултати, които се извеждат, зависят от това кои стойности на имисия съществуват за въпросното вещество (веднъж зададени във файла с настройки `austal.settings`). Следващата таблица представлява общ преглед на приложените типове (виж също таблицата в края на раздел В.4):¹⁵

¹⁵ Немски езиков пакет: j вместо y, t вместо d, s вместо h

вещество	Усреднено време		
	година	ден	час
so2	y00 dry wet dep	d03	h24
nox	y00		
no2	y00 dry wet dep		h18
no	dry dep		
nh3	y00 dry wet dep		
hg0	y00 dry dep		
hg	dry wet dep		
bzl	y00		
tce	y00		
f	y00		
pm	y00 dry wet dep	d35	
xx	y00 dry wet dep		
bae	y00 dry wet dep		
baп	dry wet dep		
dx	dry wet dep		
odor	y00		
odor_nnn	y00		

- y00 : Средногодишна концентрация/годишна честота на часовете на миризма
- dep : Средногодишна стойност на отлагане
- dry : Средногодишна стойност на сухо отлагане
- wet : Средногодишна стойност на мокро отлагане
- dnn : Максималната средна дневна стойност превишена nn пъти
- hnn : Максималната средна часова стойност превишена nn пъти

Резултатите dry и wet се отчитат само, ако изчислението се извършва вземайки предвид мокрото отлагане. В случай на вещество, което няма сухо отлагане, dry отсъства, а в случай на вещество без мокро отлагане - отсъства wet.

Забележка: Годишната средна стойност се отнася по-точно за периода, който е обхванат от метеорологичните времеви серии (в цели дни). Това се отнася съответно и за честотата на часовете на миризма.

Изчислените стойности обикновено се предоставят в единицата, която се използва от *TA Luft* за съответната гранична стойност на имисия. Единицата се регистрира в заглавието на DMNA файла като единица на параметър.

Честотата на часовете на миризма винаги се изразява като процент от общия брой часове. Диапазонът на стойностите е 0 до 100, единицата е „%“.

При изчисление, базирано на времеви серии, съгласно *TA Luft*, делът на валидните средни часове в метеорологичните времеви серии трябва да възлиза най-малко на 90% от часовете в годината (8760). Ако това не е така, броят на допустимите превишения автоматично се намалява пропорционално при оценката и тази промяна се отбелязва в регистрационния файл *austal.log*, но името на файла не се променя. Броят превишения, които действително са били приложени при оценката, се регистрира в заглавието на файла DMNA като надвишен параметър.

***Забележка:** При изчисление, базирано на статистически данни за класа на дисперсия, не могат да се изчислят среднодневни стойности на имисия. Часовете се оценяват като проценти.*

***Забележка:** Концентрацията на прахови частици (отнася се само за *pm*, *pb*, *cd*, *bae* и *xx*) се изчислява и записва автоматично като сбор на класовете за размер на частиците 1 и 2 и, ако е приложимо, за газообразния компонент (*hg*, *xx*). От друга страна, отлагането се записва като сумата на всички компоненти.*

За *SO₂* и *pm* допълнително се записва и най-високата средна дневна стойност (описание тип *d00*), по същия начин, за *SO₂* и *NO₂* допълнително най-високата средна часова стойност (описание тип *h00*). За всички други вещества, които не са посочени в таблицата, се записва само средната годишна стойност на концентрацията (описание тип *y00*), съответно общото отлагане (описание тип *dep*, ако е приложимо, допълнително само сухо и само мокро отлагане, описания тип *dry* и *wet*).

Времевите серии при рецепторните точки имат типа описание *tmp*¹⁶. Те се изписват, ако: 1) изчислението се извършва с метеорологични времеви серии; 2) рецепторните точки са определени; 3) за веществото съществува краткосрочна стойност на имисията или веществото е *xx* или *odor*, съответно *odor_nnn*. За миризма на веществото, вероятността за наличие на часове на миризма се съхранява като процентна стойност, т.е. 100 или 0.

¹⁶ Немски езиков пакет: *zbp*

- Описание на параметър *Parameter*

Описанието на параметъра се състои от един символ. Символът Z се отнася до допълнително натоварване. Ако програмата е в състояние да оцени присъщата на модела статистическа несигурност на дадено количество, тя се съхранява в отделен файл с описание на параметъра S.¹⁷

За веществата, за които се изчислява концентрация или отлагане, този файл съдържа оценената относителна статистическа несигурност (свързана с изчислената стойност c , т.е. σ_c/c). Единицата е '1'.

За веществата odor и odor_nnn, файлът съдържа абсолютната несигурност на изчислената честота на часове на миризма h , т.е. σ_h (и двете са дадени като процент от общия брой часове). Диапазонът на стойностите е от 0 до 100, единицата е '%'.

За стойностите, които съответстват на средните дневни стойности, се създава допълнителен файл, който съдържа индекса на деня, в който се е появила дадената характеристика на имисия. Описанието на параметъра е i . Индексирането започва с 1 за първия ден на времевата серия.

- Спецификация на решетката *Grid*

Ако се използва само една изчислителна решетка, обозначението на решетката липсва. За вложени решетки, Grid съдържа номер на решетката под формата на двуцифрено число с водеща нула и започва с 1 за най-фината решетка.

Например, ако е извършено изчисление на дисперсията за SO₂ с използване на вложени решетки и посочване на рецепторни точки, следните файлове с резултати се създават:

¹⁷ В случай на фини прахови частици, отчетената стойност за статистическата несигурност може да бъде твърде висока. Това е така, защото тук към резултата са добавени компонентите x-1 и x-2, и програмата предполага, че съответните статистически несигурности са свързани помежду си. Това е така, обаче, само ако идват от един и същ източник.

Изчисление с използване на времеви серии:

so2-y00z.dmna	so2-y00s.dmna
so2-d03z.dmna	so2-d03s.dmna
so2-d03i.dmna	
so2-d00z.dmna	so2-d00s.dmna
so2-d00i.dmna	
so2-h24z.dmna	so2-h24s.dmna
so2-h00z.dmna	so2-h00s.dmna
so2-zbpz.dmna	so2-zbps.dmna
so2-depz.dmna	so2-deps.dmna
so2-dryz.dmna	so2-drys.dmna
so2-wetz.dmna	so2-wets.dmna

Изчисление с използване на статистически клас на дисперсия

so2-y00z.dmna	so2-y00s.dmna
so2-h24z.dmna	
so2-h00z.dmna	
so2-depz.dmna	so2-deps.dmna

Полетата с концентрация се съхраняват като триизмерни таблици (индекси на решетката i, j и k). Индекс i върви в x посока, индекс j - в посока y , а индекс k - в посока z . Всички индекси започват с 1. Концентрацията обикновено се осигурява за приземния слой, така че k приема само стойност 1. Ако са определени по-високи рецепторни точки, се осигуряват толкова слоеве, колкото са необходими за покриване на най-горната рецепторна точка.

Таблицата се изписва така, че числата за даден хоризонтален слой имат същото пространствено подреждане като съответните централни точки на клетките на решетката в представяне на карта. Числата имат единицата на съответната гранична стойност на имисия. Честотите на часове на миризма са дадени като процент от общия брой часове.

Полетата с отлагане са двуизмерни таблици, но освен това са структурирани като полетата с концентрация.

Времеви серии от часови стойности на концентрация в рецепторните точки са двуизмерни таблици. Индексът за ред i показва часовете на дадения период от време, индексът за колона j минава през точките на рецептора. И двата индекса започват от 1. Невалидните записи се маркират с отрицателна стойност. Числата имат единицата на съответната гранична стойност на имисия.

Точната структура на файловете е посочена в приложение В.

Имената на всички създадени файлове са изброени в регистрационния файл. В допълнение се дават характеристиките на имисия, изведени от тези файлове. Всяка характеристика е дадена в ред със следната структура:

Substance Type : Value (+/- Spread%) at x= x m, y= y m (Grid : i, j)

където <i>Substance</i>	вещество,
<i>Type</i>	усреднено време и брой на превишенията,
<i>Value</i>	изчислена максимална характерна стойност в най-ниския слой,
<i>Spread</i>	нейната статистическа несигурност,
<i>x, y</i>	нейните координати,
<i>i, j</i>	индексите на съответната клетка от решетката,
<i>Grid</i>	номер на съответната решетка (за вложени решетки).

Пример:

S02 S24 : 159 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (+/- 15.0%) при $x = -125\text{ m}$, $y = 325\text{ m}$ (1: 18, 27)

Средната часова стойност в приземния слой, която е била надвишена 24 пъти през годината, е най-много 159 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и се е появила в най-фината решетка в клетката на решетка с индекси $i = 18$, $j = 27$, съответстваща на координатите $x = -125\text{ m}$, $y = 325\text{ m}$, $z = 1.5\text{ m}$. Стойността има приблизителна статистическа несигурност 15%, което означава, че може да се очаква истинската стойност на модела с вероятност 68% да е в диапазона $\pm 15\%$ ($\pm 24\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) и с вероятност от 95% - в диапазон $\pm 30\%$ ($\pm 48\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) около посочената стойност.¹⁸

3.3 Координати и координатна система

В AUSTAL, спецификациите на координатите на източници, сгради, позиция на анемометър и рецепторни точки не могат да надвишават абсолютната стойност 200000 (метра). Следователно, в повечето случаи се изисква използването на относителни координати по отношение на абсолютна референтна точка. Това може да е полезно също, за да се избегнат дългите спецификации на абсолютни координати.

Референтната точка може да бъде дефинирана в координатна система Гаус-Крюгер¹⁹ (параметри gx и gy) или в UTM координатна система²⁰ (параметри ux и uy). Всички абсолютни спецификации на координатите трябва да се отнасят към една и съща координатна система, както и всички относителни спецификации на координатите трябва да се отнасят към една и съща референтна точка.

¹⁸ В оценката, записана в регистрационния файл, двата най-външни реда на клетките на решетката не се вземат предвид при вложени решетки (виж раздел 3.9).

¹⁹ Беселски елипсоид, дата наПотсдам.

²⁰ WGS84-елипсоид

Ако gx/gy или ux/uy са посочени, приложената координатна система (ГК и съответно UTM) се документира като параметър $gscs$ в заглавията на файловете на изходните DMNA файлове.

Ако се приложи регистърът на дължините на грапавостта (виж раздел В.3), който е даден в координатната система Гаус-Крюгер, програмата се опитва да преобразува координатите на източника (референтната точка плюс относителната координата) в лентата Гаус-Крюгер, използвана от регистъра (по подразбиране 3-тата лента). Когато се използват UTM координати, координатите на източника трябва да се отнасят към същата зона както регистъра (по подразбиране зона 32).

Файл с профила на терена (виж Раздел 3.6.1) може да съдържа в заглавието си (формат DMNA или GRIDASCII) референтна точка, различна от gx и gy , съответно ux и uy , но тя трябва да се отнася за същата лента, респективно същата зона.

Ако не е приложен нито регистър с дължини на грапавостта, нито профил на терена, спецификацията на референтната точка не е задължителна и не се изисква от програмата.

***Забележка:** Ивицата или зоната трябва винаги да се включва в числовата стойност на gx или ux , както и в числената стойност за левия край във файла на терена.*

3.4 Изчисления с издигане на струята

Издигането на струята на отпадъчните газове се изчислява с помощта на модела PLURIS и спецификациите в докладите за физика на околната среда № 10 (2019).

3.4.1 Общи спецификации

Следните параметри на източника могат да бъдат посочени (в скоби е стойността по подразбиране):

- vq Скорост на отпадъчни газове в m/s (0).
- dq Диаметър на източника в m (0).
- tq Температура на отпадъчните газове в градуси по Целзий (10).
- zq Влагосъдържание, kg вода на kg сух въздух (0).
- sq Специфична влажност, kg водна пара на kg влажен въздух (0).
- lq Специфично съдържание на втечнена водна пара, kg втечнена водна пара на kg влажен въздух (0).
- rq Относителна влажност в проценти (0).

Издигането на струята на отпадъчните газове се изчислява, когато tq е по-висока от околната температура (10 градуса по Целзий) и vq е по-голяма от нула. В този случай и dq трябва да е по-голям от 0. Не е възможно да се определи топлинен заряд вместо температурата, за да се изключи несъответствие със стойностите на vq и dq . По този начин, топлинен заряд се пропуска като входен параметър.

Индуцираната с издигането на струята изотропна първоначална турбулентност е вътрешно зададена на 10% от получената ефективна скорост на изпускане. За околния въздух се приемат 10 градуса по Целзий и относителна влажност от 70% на 2 m над земята.

Контролна информация за изчислението PLURIS се извежда в регистрационния файл `austal.log` с опция LOGPLURIS, т.е.

```
os      "LOGPLURIS"
```

При по-високо ниво на подробност (опция за повикване -v3) се извежда допълнителна информация за изчислението на издигането на струята.

С NOSTANDARD опция NOSTDW корекцията за спускане под върха на комина (*stacktip downwash*) се потиска, т.е.

```
os      "NOSTANDARD;NOSTDW"
```

Включени са тестове за проверка на прилагането на PLURIS (51b и 51c). В тест 51b, за обикновен метеорологичен профил, се проверява дали изчисленото издигане и полученият курс на струята се съгласуват с издигането, изчислено предварително с програмата JAVA IBJpluris, включително разширяването на струята, предизвикано от индуцираната първоначална турбулентност. В тест 51c се проверява дали половината от крайната височина е достигната на същото разстояние, както при изчислението на JAVA IBJpluris, използвайки нормалния профил на граничния слой.

3.4.2 Спецификация на параметрите за влажност

PLURIS изчислява параметрите специфична влажност q (маса водна пара на маса влажен въздух) и специфично съдържание на втечнена водна пара η (маса втечнена водна пара на маса влажен въздух) със специфичното общо съдържание на вода $\zeta = q + \eta$ като запазено количество.

Досега са използвани следните входни променливи за изчисления на дисперсията:

- Относителна влажност r
- Специфично съдържание на втечнена водна пара η

При това $q = r q_s$ с наситена влажност q_s . Както q и η , наситената влажност се отнася до масата на влажния въздух (включително втечнена водна пара); важи отношението $q_s = (1 - \eta) q_s^*$, където q_s^* е масата на водната пара при насищане на маса на наситен въздух (без втечнена водна пара).

Съгласно TA Luft (2021), водното натоварване x (маса на водна пара и втечнена водна пара на маса сух въздух) е дефинирано в точка 5.5. Това води до специфичното общо водно съдържание $\zeta = x / (1 + x)$. Водното натоварване е нова входна променлива.

- Водно натоварване x

Има ситуации, при които е желателно да се окаже q вместо r . Тогава това също е нова входна променлива.

- Специфична влажност q

За изчисляване на височината на комина, според точка 5.5 на TA Luft (2021) - програма BESMIN - е достатъчно с подходящи конвенции да се посочи само x . В контекста на AUSTAL, от друга страна, може да е полезно за потребителя да може да посочи поне една от другите входни променливи.

За програмите BESMIN, IBJpluris, AUSTAL, и неговият модел първоизточник LASAT, се използват следните входни параметри:²¹

Размер	Единица	BESMIN	IBJpluris	AUSTAL	LASAT
r	1 (IBJpluris), друго%	-	r_q	r_q	r_h
η	kg/kg	-	l_q	l_q	l_w
q	kg/kg	-	s_q	s_q	v_w
x	kg/kg	z_q	z_q	z_q	w_l

Приоритизиране на параметрите и условията и реда за температури над 100°C

В случай, че едновременно са зададени алтернативни параметри, е необходимо те да се приоритизират. Освен това, трябва да се приемат условности за изходящите температури $T \geq 100^\circ\text{C}$, тъй като тогава, например, спецификацията на относителна влажност няма смисъл.

Стойностите по подразбиране са $T = 10^\circ\text{C}$, $x = 0$, $r = 0$, $q = 0$, $\eta = 0$. След това има последващо запитване дали тези стойности са променени от потребителя.

Ако $T \geq 100^\circ\text{C}$:

Ако $x > 0$: $q = x/(1 + x)$

$\eta = 0$

в противен случай:

Ако $x > 0$:

$\zeta = x/(1 + x)$

Ако $\zeta > q_s$:

$q = (1 - \eta) \sim q_s$

$\eta = \zeta - q = (\zeta - \sim q_s)/(1 - \sim q_s)$

в противен случай:

$q = \zeta$

$\eta = 0$

в противен случай:

Ако $q = 0$ и $r > 0$: $q = r q_s$

За $T \geq 100^\circ\text{C}$ спецификациите на r и η се игнорират. Предварителни настройки на x отменят предварително зададени настройки на r , q и η .

²¹ В AUSTAL2000, предшественик на AUSTAL, името s_q е използвано за изрично посочената времева скала на издигането на струята. Този параметър почти не се използва на практика и получава името t_s в AUSTAL.

3.4.3 Определяне съдържанието на втечнена водна пара

Третирането на влажността в случай на $T \geq 100^\circ\text{C}$ също играе роля във вътрешното изчисление на PLURIS. Запазените параметри са енталпията h и общото водно съдържание ζ .

От уравненията за запазване на енталпията h и общото водно съдържание ζ следва

$$h = c_p T - h_v (\zeta - q_s) \quad (1)$$

със специфичния топлинен капацитет c_p и енталпията на изпарението h_v . Това е имплицитно уравнение на определяне на температурата T и съответно на съдържанието на втечнена водна пара $\eta = \zeta - q_s$.

Това уравнение е приблизително решено в PLURIS. С последната изчислена температура на струята T_p , приближаването на Клаузиус-Клапейрон

$$q_s \approx \tilde{q}_s(T_p) e^{A(T-T_p)} \quad (2)$$

и развитието на експоненциалната функция до втори ред води до квадратно уравнение за определяне на T с аналитичния разтвор T' . Това решение се прилага по следния начин

Ако $T' \geq 100^\circ\text{C}$:

$$T = h/c_p$$

$$\eta = 0$$

в противен случай:

Ако $c_p T' \geq h$:

$$T = T'$$

$$\eta = (c_p T' - h)/h_v$$

в противен случай:

$$T = h/c_p$$

$$\eta = 0$$

3.5 Изчисления на база на времеви серии

Метеорологичните данни обикновено се определят под формата на AKTerm (метеорологичен ред от време на DWD, входен параметър az). AKTerm е текстов файл, който непрекъснато съдържа ред от метеорологични параметри за всеки час от годината. Освен това, може да е необходимо да се определят параметрите на емисиите под формата на времеви серии.

Индексирането на класовете Klug/Manier е:

Индекс	Клас	Описание
1	I	много стабилен
2	II	стабилен
3	III/1	стабилен/индиферентен
4	III/2	индиферентен/нестабилан
5	IV	нестабилан
6	VI	много нестабилен

3.5.1 Остарял AKTerm формат на DWD

Всеки ред съдържа 24 символа със следното значение:

Параметър	Позиция
Станция ID (*)	1 до 5
Дата (YYYYMMDDHH)	6 до 15
Интерполация ID (*)	16
Посока на вятъра (10 градуса)	17 до 18
Скорост на вятъра (възели)	19 до 20
Klug/Manier клас на стабилност (1..6)	21
Turner клас (*)	22
WW key ID (*)	23 до 24

(*) Изисквана, но неоценена стойност

Идентификационният номер (ID) на станцията трябва да бъде 5-цифрено число. При липсващи или невалидни записи се изискват само номерът на станцията и датата, а останалите стойности на параметрите трябва да бъдат заменени с интервали. Записите с Klug/Manier клас 0 или по-големи от 7 се интерпретират от AUSTAL като невалидни също.

Ако класът на стабилност не може да бъде определен (стойност 7), се използва стойност 3 (Klug/Manier III/1). Посоки на вятъра по-големи от 360 градуса се заменят с произволна посока.

3.5.2 Текущ AKTerm формат на DWD

Файлът се състои от заглавие и част с данни. В началото е заглавието, което има до 5 реда за коментар, всеки въведен със звезда (*) като първи символ. Редовете за коментари са последвани от линия с изчислените височини на анемометър за различни дължини на грапавостта. Този ред започва с

+ anemometer heights (0.1m):

последван от 9-те целочислени височини на анемометър в единици от 0,1 m (4 цифри, всяка без водещи нули, разделени с интервал) за дължината на грапавостта от 0,01 до 2 m от *TA Luft*.

Частта с данни съдържа редове от 16 записа, разделени точно с един интервал. Значенията на записите са:

Вход	Значение	Позиция	Диапазон на стойности
KENN	Набор от данни ID (*)	1 до 2	AK
STA	Станция ID (*)	4 до 8	00001-99999
Jahr	Година	10 до 13	1800-2...
MON	Месец	15 до 16	1-12
TAG	Ден	18 до 19	1-31
STUN	Час	21 до 22	0-23
NULL	Нули	24 до 25	0
QDD	Качествен байт (посока на вятъра)	27	0,1,2,9
QFF	Качествен байт (скорост на вятъра)	29	0,1,2,3,9
DD	Посока на вятъра	31 до 33	0-360,999
FF	Скорост на вятъра	35 до 37	0-999
QB	Качествен байт (статус на стойността) (*)	39	0-5,9
KM	Klug/Manier клас на стабилност	41	1-7,9
QB	Качествен байт (статус на стойността) (*)	43	0,1,9
NM	Височина на смесен слой (m) (*)	45 до 48	0-9999
QB	Качествен байт (статус на стойността) (*)	50	0-5,9

(*)Изисквана, но неоценена стойност

Пример:

* AKTerm времева серия, Германска метеорологична служба, Оффенбах (KB11A)

* Период: 01.01.2011 - 31.12.2011

* анонимни данни

```
+ Анемометрични височини (0,1 m): 40 40 40 40 57 100
158 208 254
AK 00001 2011 01 01 00 00 1 1 160 18 1 2 1 -999 9
AK 00001 2011 01 01 01 00 1 1 170 19 1 3 1 -999 9
AK 00001 2011 01 01 02 00 1 1 190 21 1 3 1 -999 9
...
```

Качественият байт за посоката на вятъра може да приеме следните стойности:

QDD значение

0	Посока на вятъра в 10 градуса
1	Посока на вятъра в градуси, оригинална стойност в 10 градуса
2	Посока на вятъра в градуси, оригинална стойност в градуси
9	Липсва посока на вятъра

Качественият байт за скоростта на вятъра може да приеме следните стойности:

QFF значение

0	Скорост на вятъра във възли
1	Скорост на вятъра в 0.1m/s, оригинална стойност в 0.1m/s
2	Скорост на вятъра в 0.1m/s, оригинална стойност във възли (0.514m/s)
3	Скорост на вятъра в 0.1m/s, оригинална стойност в m/s
9	Липсва скорост на вятъра

КМ има стойност 7, ако класът на дисперсия не може да бъде определен, AUSTAL ще използва клас 3 (III/1). КМ има стойност 9, ако информация за стабилността липсва, AUSTAL ще използва стойност 0, т.е. третира интервала от време като пропуск в измерването.

Времето трябва да бъде посочено в UTC с часова зона GMT+00:00. Данните се считат за представителни за период от един час и определеното време се интерпретира като края на този период. DWD предоставя за тестови цели пет времеви серии за пет последователни календарни години (anno11.akterm до anno15.akterm).

Валежи

Ако парола Валежи (парола Precipitation) е посочена в първия ред за коментар на AKTerm, тогава скоростта на валежите и свързаният с нея байт се очаква в 17-та и 18-та колона с данни. Полето за данни на 17-та колона съдържа информацията за почасовите валежи, кодирани с 3-цифрено число според ключа за синхронизиране на DWD:

Стойност Значение

001	1mm
002	2mm
...	...
988	988mm
989	989mm или повече
990	следи от валежи, неизмерими (<0,05mm)
991	0,1mm
992	0,2mm
...	...
999	0,9 mm

Качественият байт за валежите може да приеме следните стойности:

QPP	значение
-----	----------

1	Налична е информация за валежи
---	--------------------------------

9	Информация за валежите не е налична или не е правдоподобна
---	--

Ако байтът за качество има стойност, която не е 1, скоростта на валежите се задава на 0 за този час.

Пример:

* Времева серия АКТЕРМ с валежи

* Период 05/2000 до 10/2000

* анонимни данни към 10.11.2006

+ Анемометрова височина (0,1 м): 32 41 27 74 98 144 200 244 283

AK 10999 2000 05 01 00 00 1 1 302 12 1 1 1 -999 9 10 1

AK 10999 2000 05 01 01 00 1 1 318 13 1 1 1 -999 9 10 1

AK 10999 2000 05 01 02 00 1 1 261 20 1 2 1 -999 9 10 1

AK 10999 2000 05 01 03 00 1 1 321 22 1 3 1 -999 9 990 1

AK 10999 2000 05 01 04 00 1 1 348 29 1 3 1 -999 9 990 1

AK 10999 2000 05 01 05 00 1 1 324 23 1 3 1 -999 9 990 1

AK 10999 2000 05 01 06 00 1 1 345 31 1 3 1 -999 9 990 1

...

Изпълнение

Първо, АКТерм се преобразува от AUSTAL във времева серия на посока на вятъра r_a , скорост на вятъра u_a и дължина Монин-Обухов L . По този начин се спазват правилата за обработка на тези стойности, дадени в приложение 2 на *TA Luft* (2021) (запълване на пропуски, минимална скорост, преразпределение на посоката на вятъра при много ниска скорост на вятъра, премахване на стъпки).

DWD изрично прилага преобразуването $1\text{kn} = 0,514\text{ m/s}$. Следователно, това преобразуване се прилага в случай, че скоростта на вятъра е осигурена във възли. По същия начин, скоростите на вятъра, които са дадени в единици от $0,1\text{ m/s}$, но на база на оригинални стойности във възли, първо се превръщат в цели числа и след това в m/s . След това, стойностите се разпределят еднакво в обхвата на стъпките. Ако посоката на вятъра е дадена в цели числа, стойностите формално се разпределят в диапазон от 1-градусова ширина и след това отново се закръглят до цели стойности, с цел по-последователно разпределение по 1-градусовите сектори. Преобразуването се състои от следните стъпки:

- Заредете АКТерм и маркирайте часовете с невалидни данни от Klug/Manier клас 0.
- Преобразувайте посоката на вятъра в градуси и скоростта на вятъра в m/s и разпределете стойностите по равно в обхвата на стъпките (произволен избор).
- Изберете произволна посока на вятъра в случай, че $DD > 360$.
- Определете разпределението на посоката на вятъра за малки скорости на вятъра.
- Чрез интерполация, затворете пропуските в измерването от един или два часа.

- Чрез интерполация, определете посоката на вятъра за кратковременни успокоявания.

Забележка: За всички височини в AKTerm, посоката и скоростта на вятъра трябва да са нула. Програмата идентифицира утихвания на база на скоростта на вятъра 0 и дава предупреждение, ако се появят редове с данни със скорост на вятъра равна на 0 и посока на вятъра по-голяма от 0, или посока на вятъра равна на 0 и скорост на вятъра по-голяма от 0.

- Задайте посоката на вятъра за по-дълги утихвания според разпределението на посоката на вятъра за ниски скорости.
- Задайте минимални стойности на скоростта на вятъра.
- Закръглете скоростта на вятъра до цели числа в 0,1 m/s и посока на вятъра до цели градуси.
- Определете средната скорост на вятъра за всеки клас на стабилност (изисква се от TALdia).

Ако AUSTAL е извикан с опцията -z, например

```
austal test/h50a95 -z
```

тогава се извършва само това преобразуване и времевите серии се изписват като текстов файл `series.dmna` в съответствие с описания формат. В случай на невалидни (липсващи) набори от данни, дължината Монин-Обухов L има стойност 0. От AKTerm anno95.akterm се получава, например

AKTerm anno95.akterm

времеве серии series.dmna

```
form "te%20lt" "ra%5.0f" "ua%5.1f" "lm%7.1f"
locl "C"
mode "text"
ha 4.0 4.0 4.0 4.0 5.7 10.0 15.8 20.8 25.4
z0 0.50
d0 3.00
artp "ZA"
sequ "i"
dims 1
size 20
lowb 1
hghb 8760
* AKTerm-Zeitreihe, Deutscher Wetterdienst, Offenbach (KB11A)
* Zeitraum: 01.01.2011 - 31.12.2011
* anonymisierte Daten
+ Anemometerhoeihen (0.1 m): 40 40 40 40 57 100 158 208 254
AK 00001 2011 01 01 00 00 1 1 160 18 1 2 1 -999 9 2011-01-01.01:00:00 156 1.8 133.0
AK 00001 2011 01 01 01 00 1 1 170 19 1 3 1 -999 9 2011-01-01.02:00:00 166 1.9 1893.0
AK 00001 2011 01 01 02 00 1 1 190 21 1 3 1 -999 9 2011-01-01.03:00:00 185 2.1 1893.0
AK 00001 2011 01 01 03 00 1 1 190 20 1 3 1 -999 9 2011-01-01.04:00:00 191 2.0 1893.0
AK 00001 2011 01 01 04 00 1 1 270 22 1 3 1 -999 9 2011-01-01.05:00:00 271 2.2 1893.0
AK 00001 2011 01 01 05 00 1 1 300 23 1 3 1 -999 9 2011-01-01.06:00:00 300 2.3 1893.0
AK 00001 2011 01 01 06 00 1 1 250 22 1 3 1 -999 9 2011-01-01.07:00:00 247 2.2 1893.0
...
```

Времевите серии съдържат 4 колони: в първата колона е времето t_e (края на часа) в GMT + 1, в следващите са посочени r_a , u_a и L . Имената на колоните и форматите на данни се определят от формата на параметъра в заглавието на файла.

3.5.3 Изрични времеви серии

Като алтернатива на AKTerm, времева серия може да се посочи директно. Ако AUSTAL попадне на файла `series.dmn`²² в директорията на проекта, той го използва и интерпретира съдържанието му като преобразуван AKTerm. В този случай, спецификация на `as` (AKS) или `az` (AKTerm) във входния файл се игнорира. По този начин е възможно да се приложат специфични метеорологични измервания при изчисляването на дисперсията.

Времевите серии трябва да започват от първия час на деня. Трябва да съдържат цяло число на дните и трябва да обхващат пълна календарна година. Първите 4 колони на частта с данни трябва да съдържат края на 1-часовия интервал (`te`), посоката на вятъра (`ra`, в градуси), скоростта на вятъра (`ua`, в m/s) и дължината на Монин-Обухов (`lm`, в m) - в точно този ред.

Ако се изчисляват валежите, тогава скоростта на валежите в mm/h трябва да бъде посочена в допълнителната последна колона `ri`.

Времевата серия може да съдържа допълнителни колони за зависими от времето параметри на емисиите. Силата на емисиите и параметрите `vq`, `qq`, `sq`, `tq`, `rq` и `lq` могат да бъдат определени във времева серия. Зависимостта от времето е зададена на програмата чрез въпросителен знак вместо стойност във входния файл. За всеки зависим от времето параметър, времевата серия трябва да съдържа колона с името *Source.Parameter*. Тук *Source* е номерът на източника, към който се прилага параметърът (двучифрена стойност с водеща нула, започваща с 01).

За да улесни създаването на времеви серии, при извикване с опция `-z`, AUSTAL изписва времевата серия, която вече има включена колона за всеки параметър, определен като зависим от времето. Колоните съдържат нулеви стойности, които след това могат да бъдат заменени с действителните.

Като например, времевата серия за съоръжение, работещо на две смени, където емисиите на SO₂ възникват само между 6:00 и 10:00, може да се чете, както следва:

²² Немски езиков пакет: `zeitreihe.dmn`

```

form "te%20lt" "ra%5.0f" "ua%5.1f" "lm%7.1f" "01.so2%10.3e"
locl "C"
mode "text"
ha 4.0 4.0 4.0 4.2 6.3 10.8 16.7 21.7 26.4
z0 0.50
d0 3.00
artp "ZA"
sequ "i"
dims 1
size 24
lowb 1
ghhb 8760

```

```

*
```

```

2013-01-01.01:00:00 186 5.1 1893.0 0.000e+000
2013-01-01.02:00:00 176 5.3 1893.0 0.000e+000
2013-01-01.03:00:00 175 6.1 1893.0 0.000e+000
2013-01-01.04:00:00 181 4.1 1893.0 0.000e+000
2013-01-01.05:00:00 181 3.3 1893.0 0.000e+000
2013-01-01.06:00:00 150 2.0 28.0 0.000e+000
2013-01-01.07:00:00 147 2.3 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.08:00:00 182 2.5 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.09:00:00 184 4.6 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.10:00:00 194 4.7 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.11:00:00 201 5.1 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.12:00:00 194 4.5 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.13:00:00 200 4.3 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.14:00:00 191 3.9 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.15:00:00 205 4.1 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.16:00:00 200 4.2 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.17:00:00 202 3.6 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.18:00:00 200 3.2 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.19:00:00 201 3.5 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.20:00:00 203 3.7 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.21:00:00 263 3.9 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.22:00:00 316 3.6 1893.0 1.168e+001
2013-01-01.23:00:00 311 4.0 1893.0 0.000e+000
2013-01-02.00:00:00 283 3.2 1893.0 0.000e+000
2013-01-02.01:00:00 279 3.2 1893.0 0.000e+000

```

```

...
```

3.5.4 Изрични времеви серии за валежи

Ако се изчисляват валежите (параметър `ri`, обявен с въпросителен знак за зависим от времето), тогава времевата серия на скоростта на валежи, ако тя не е посочена във файла `series.dmna` или разширения AKTerm в заглавието, не съдържа паролата или няма валиден запис за валежите е (виж по-горе), се чете от файла в папка `precipitation.dmna`²³.

Във файла `precipitation.dmna` скоростта на валежите трябва да бъде посочена във втората колона като `ri` в mm/h. Краят на времевия интервал трябва да бъде записан като `te` в първата колона.

Интервалите от време трябва да съвпадат с тези на AKTerm. Информацията за часовата зона в заглавието на файла (параметър `tmzn`) също се оценява, стойността трябва да бъде зададена на GMT + 01: 00, което съответства на спецификацията на часовата зона в AKTerm. Файлът трябва да е съвместим с подходящ препроцесор.

Пример на файла `precipitation.dmna`:

```
tmzn  "GMT+01:00"
form  "te%20lt" "ri%5.1f"
locl  "C"
mode  "text"
artp  "ZA"
sequ  "i"
dims  1
lowb  1
hghb  8760
*
2012-01-01.01:00:00  0.1
2012-01-01.02:00:00  0.0
2012-01-01.03:00:00  0.3
2012-01-01.04:00:00  0.2
2012-01-01.05:00:00  0.0
2012-01-01.06:00:00  0.0
2012-01-01.07:00:00  0.0
2012-01-01.08:00:00  0.0
2012-01-01.09:00:00  0.0
2012-01-01.10:00:00  0.3
2012-01-01.11:00:00  0.1
2012-01-01.12:00:00  0.0
2012-01-01.13:00:00  0.2
2012-01-01.14:00:00  0.2
2012-01-01.15:00:00  0.0
...
```

²³ Немски езиков пакет: `niederschlag.dmna`

3.5.5 Резултати

В резултат на изчисление на времева серия за вещество, за което съществува стойност на краткосрочна имисия, се изписва времевата серия на концентрация в рецепторните точки, по една колона за всяка рецепторна точка. Абсолютната времева референция е дадена под формата на коментар в края на всеки ред от данни. Стойностите на отрицателната концентрация (стойност -1) показват, че концентрацията не може да бъде определена поради липсващи входни данни.

По-долу е посочена такава времева серия за кратък период от време (някои маловажни редове на заглавната част са пропуснати).

```

idnt  "Test h50a11"
mntn   "01"   "02"
mntx    375.0  -375.0
mnty    -25.0  -25.0
mntz     1.5   1.5
undf   -1
t1  "00:00:00"
t2  "365.00:00:00"
dt   "01:00:00"
rdat  "2011-01-01T00:00:00+0100"
name  "so2"
unit  "ug/m3"
file  "so2-zbpz"
form  "con%5.1f"
dims  2
sequ  "i+,j+"
lowb   1     1
ghgb  8760   2
*
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.01:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.02:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.03:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.04:00:00
     56.7      0.0 ' 2011-01-01.05:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.06:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.07:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.08:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.09:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.10:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.11:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.12:00:00
      0.0      0.0 ' 2011-01-01.13:00:00
     28.2      0.0 ' 2011-01-01.14:00:00
     17.1      0.0 ' 2011-01-01.15:00:00
...

```

Заглавието на файла, наред с другите, изброява параметрите, които определят рецепторните точки: име `mntn`, `x`-координата `mntx`, `y`-координата `mnty` и височина над земята `mntz`.

Ако фоновата концентрация също е предоставена като времева серия, AUSTAL може да изчисли стойностите на характерна имисия в общото натоварване. За тази цел, фоновата концентрация трябва да бъде предоставена в директорията на проекта като файл *Substance-tmp.p.dmna*²⁴. Структурата на частта с данни (начално време, брой интервали, последователност на рецепторните точки) трябва да бъде идентична на файла с времеви серии с допълнително натоварване.

В този случай, регистрационният файл *austal.log* съдържа допълнителен раздел с указание за общото натоварване в рецепторните точки.

Оценката може да се извърши също и на по-късен етап след изчислението на дисперсията: извикването на AUSTAL с опция -а пропуска изчислението на дисперсията и оценява съществуващите резултати по отношение стойностите на характерна имисия.

3.6 Изчисления на параметри, зависещи от ситуацията

Условията за емисиите, зависими от времето, трябва да се обработват под формата на изчисление на времеви серии (виж раздел 3.5). При изчисление, базирано на статистически данни за класа на дисперсията, такова времево разпределение не може да бъде направено.

Съществуват, обаче, ситуации, при които времеовото изменение се причинява единствено от промяна в метеорологичните условия, като например при емисии, предизвикани от вятъра. Тук силата на емисиите е функция на скоростта на вятъра (пример: емисии на NH₃ от конюшни на открито). По същия начин, широчината и височината на термичната струя е функция на скоростта на вятъра и атмосферната стабилност; тук изчисляването на издигането на струята се извършва вътрешно от програмата, така че потребителят не трябва да обръща специално внимание на това.

Въпреки, че емисиите, предизвикани от вятъра, могат да бъдат взети предвид при изчисления на времеви серии, на привържениците на статистиката за клас на дисперсия се предлага възможността да направят същото, дори когато използват AKS с въвеждането на параметри, зависими от ситуацията.

По дефиниция, стойността на параметър, зависещ от ситуацията, зависи от скоростта на вятъра и класа на стабилност. Това е набор от параметри, които могат да бъдат определени като зависими от времето, и които също могат да бъдат определени като зависещи от ситуацията: *vq*, *qq*, *sq*, *tq*, *rq*, *lq* и силата на емисиите на различните вещества. Подобно на параметрите, зависими от времето, на параметъра се задава въпростелен знак вместо стойност.

Стойностите на параметъра *v* трябва да бъдат представени като двуизмерна таблица $v_{i,j}$ във формата на DMNA файл (виж раздел B), където $i = 1,2,...,6$ обозначава класовете за стабилност и $j = 1,2,...,9$ класовете на скорост на AKS. Името на файла трябва да има формата *Source.Parameter.dmna*, където *Source* е номерът на източника, а *Parameter* името

²⁴ Немски езиков пакет: *Stoff-zbv.dmna*.

на параметъра, напр. 01.nh3.dma за емисии на NH₃ от първия източник или 143.vq.dma за изходяща скорост на 143-ия източник.

Файл 01.nh3.dma в примера test\h00aks-nh3 съдържа стойности на силата на източника, които са пропорционални на $\sqrt{u_a}$ и равни на 0,04 g/s при $u_a = 1\text{m/s}$:

```

dims      2
lowb      1   1
hghb      6   9
size      4
form      "%6.3f"
sequ      "i,j"
mode      "text"
unit      "g/s"
fact      25
*
1.000 1.225 1.414 1.732 2.121 2.449 2.739 3.000 3.464
1.000 1.225 1.414 1.732 2.121 2.449 2.739 3.000 3.464
1.000 1.225 1.414 1.732 2.121 2.449 2.739 3.000 3.464
1.000 1.225 1.414 1.732 2.121 2.449 2.739 3.000 3.464
1.000 1.225 1.414 1.732 2.121 2.449 2.739 3.000 3.464
1.000 1.225 1.414 1.732 2.121 2.449 2.739 3.000 3.464
***

```

3.7 Изчисления за сложен терен

Профилът на терена и сградите се отчитат в изчислението на дисперсията с помощта на диагностичния модел на вятърното поле *TALdia*. Използването му се задейства от настройката на параметъра gh или от дефиницията на сградите във входния файл austal.txt.

Стойността на параметъра gh е името на файла с цифровия модел на терен (DTM), който съдържа височината на терена в рамките на зоната на изчисление. Сградите се определят от параметри xb, yb, ab, bb, cb, wb или под формата на растерен файл, определен от параметър rb. Профилът на терена и сградите могат да бъдат определени едновременно.

Забележка: Изчисленията за сложен терен изискват значително повече усилия и време за изчисление в сравнение с тези за равни терени! В допълнение, те предлагат значително повече възможности за грешки.

3.7.1 Дефиниция за профил на терен

Цифровият модел на терен (DTM) обикновено може да бъде поръчан от регионална или национална служба за геодезия. Следните формати се поддържат от AUSTAL (всички те са прости текстови файлове, които могат да бъдат проверени или редактирани с всеки текстов редактор):

1 Arcinfo-GRIDASCII. Файлът има следната структура:

- Височините на терена се определят върху нормална решетка с размер на клетката обикновено 20, 40, 50 или 100m. Стойностите се интерпретират като височината на терена в центъра на решетката
- Първите 6 реда съдържат обща информация, а всеки ред съдържа името на параметър и неговата стойност:

<code>ncols</code>	Брой на колони в решетката
<code>nrows</code>	Брой на редове в решетката
<code>xllcorner</code>	Абсолютна координата x долния ляв ъгъл на долната лява клетка на решетката
<code>yllcorner</code>	Абсолютна координата y долния ляв ъгъл на долната лява клетка на решетката
<code>cellsize</code>	Размер на клетката (m)
<code>NODATA_value</code>	Стойност, показваща липсващи данни (не са позволени липсващи данни!)

- Следва двуизмерна таблица на стойностите на височината, като стойностите се подреждат както клетките на решетка в карта. По този начин, първата стойност в първия ред с данни е височината на терена в точката с координата x

`xllcorner + 0.5*cellsize`

и координата y

`yllcorner + (nrows-0.5)*cellsize`

Забележка: Първите 6 реда трябва да се въведат в посочения тук ред и в тях се отчитат малки и големи букви. Не се допускат липсващи данни (напр. - 9999) в областта за изчисление, тъй като в противен случай те ще бъдат интерпретирани като стойности за височина.

Пример (откъс):²⁵

```
ncols      261
nrows      241
xllcorner  4597475.0000
yllcorner  5396475.0000
cellsize   50.0000
NODATA_value -9999
  542.9  532.4  517.1  503.5  497.3  497.7  501.7
  549.5  539.3  526.0  511.8  499.0  491.0  490.1
  544.0  536.0  527.3  518.2  507.3  495.9  487.6
  532.3  525.2  518.1  512.9  507.5  499.0  488.3
  523.5  515.8  509.0  505.0  502.1  497.4  489.4
```

2 DMNA. Файлът има следната структура:

- Заглавието на файла съдържа обичайните спецификации на формат и размер (виж раздел B.1).
- Частта с данни е много подобна на формата GRIDASCII, ако стойностите са написани ориентирани на север (sequ има стойността j-,i+). Разликата е, че стойностите на височината се отнасят до ъглите на клетките на решетката вместо към центъра.
- Долният ляв ъгъл на долната лява клетка (ако е ориентирана на север) има координати xmin и ymin (m). Това може да бъдат относителни координати, отнасящи се до референтна точка, зададена от refx и refy (алтернативно gakrx и gakry).
- Размерът на клетката е определен като параметър (m).

Пример (както по-горе):

```
xmin  4597500.0
ymin  5396500.0
form  "Z%6.1f"
delta 50.0
sequ  "j-,i+"
dims  2
lowb  0  0
hghb  260 240
*
  542.9  532.4  517.1  503.5  497.3  497.7  501.7
  549.5  539.3  526.0  511.8  499.0  491.0  490.1
  544.0  536.0  527.3  518.2  507.3  495.9  487.6
  532.3  525.2  518.1  512.9  507.5  499.0  488.3
  523.5  515.8  509.0  505.0  502.1  497.4  489.4
```

²⁵ Тези данни (файл tittling.dmna) са конвертирани от тестовите данни, предоставени от федералната службата за геодезическо проучване на провинция Бавария (уеб страница www.bayern.de/vermessung); те покриват площ от 13×12 km² близо до Tittling (Германия)

- 3 XYZ. Във всеки ред на текстовия файл има точно три стойности x , y и z (m), където x и y са абсолютните координати за стойността на височината на терена z . Списъкът трябва да съдържа стойности за всички точки на решетката на еднаквостояща правоъгълна мрежа.

***Забележка:** Програмата очаква, че са осигурени валидни стойности на всички точки на решетката на DTM. Ако не е така, последиците може да са неправдоподобни резултати.*

Програмата определя от цифровия модел на терена стойностите на височината в точките на решетката на изчислителната решетка и ги съхранява като файл `zg0l.dmta` (ниво на решетка l , $l = 0$ без вложена решетка) в директорията на проекта. Размерът на клетката на DTM може да бъде различен от този на изчислителната решетка, но зоната на изчисление трябва да бъде напълно включена в зоната, покрита от DTM.

Абсолютните координати, използвани при определяне на зоната на изчисление, трябва да се отнасят за същата меридианна лента или същата UTM зона както координатите в DTM. За разлика от референтната точка във входния файл AUSTAL (ux или gx) и референтната точка в регистъра на клас на грапавост, липсваща UTM зона не се запълва при разчитане на файла на DTM.

***Забележка:** Ако директорията на проекта вече съдържа файлове `zg0l.dmta` с правилни размери, тогава името на файла, посочено в `gh` параметъра, се игнорира и профилът на терена няма да бъде преизчислен.*

Регистрационният файл съдържа информация за максималния наклон на терена. Височините на терена в съседните точки на решетката се сравняват и стръмността се записва, например, в следната форма:

Максималната стръмнина на повърхността е 0.52 (0.47)

Първото число е стръмността в резултат на сравнение на съседни точки на решетката, второто число в скобите е това, което е резултат от сравнение на точки от втората-следваща решетка. В последния случай, точките на решетката обикновено имат разстояние, двойно по-голямо от височината на източника. Стойността 0.2 предполага повишаване 1:5.

3.7.2 Дефиниция за сгради

Както източниците, сградите са определени в кубовидна форма, но за разлика от източниците, основата винаги е на земята. Сградите могат да бъдат определени също така с кръгла основа като се посочи отрицателна стойност за параметър *bb*, абсолютната стойност на която определя радиуса на окръжността. Алтернативна дефиниция за сгради е растерен файл, определен от параметъра *rb*.

Сградите са вътрешно растеризирани върху изчислителната решетка, т.е. тези клетки от решетката са интерпретирани като клетки на сграда, които са изцяло или в по-голямата си част запълнени от сграда²⁶. Предимството на тази процедура е, че не се изисква от потребителя да избягва припокриване на сгради или малки пропуски между тях, тъй като те автоматично се елиминират в процеса на растеризиране.

Забележка: Растеризирани сгради не трябва да се припокриват с източници. За да се гарантира, че незначителни припокривания не водят до прекъсване на програмата, AUSTAL се опитва да премести частици, които са създадени вътре в сградна клетка, извън тази клетка; максималното изместване е една хоризонтална ширина на клетката; ако процедурата не успее, програмата прекъсва със съобщение за грешка.

В началото на изчислението на полето на вятъра, растеризирани сгради се записват във файл *volout00.dmna* в директорията на проекта (за вложени решетки файл *volout01.dmna* и може би също файл *volout02.dmna*). Частта с данни съдържа цяло число за всяка клетка от изчислителната решетка, което е 1, ако клетката е клетка на сграда, в противен случай - 0. Тези файлове трябва да се използват за да се провери дали сградите с избраните размери са достатъчно добре решени в рамките на избраните клетки.

3.7.3 Изчисление на полето на вятъра

Полето на вятъра се изчислява чрез диагностичния модел на вятърното поле TALdia, описан в приложение D. Не е необходимо да се изчислява пълното поле на вятъра за всяка отделна метеорологична ситуация: програмата се възползва от факта, че линейната комбинация от две вятърни полета отново дава валидно поле на вятъра за дадена атмосферна стабилност. За ефекти със сгради, тази процедура не е изцяло коректна, но грешката е малка, ако двете вятърни полета не са твърде различни.

²⁶ За кубовидна клетка с централна точка (x_m, y_m, z_m) , хоризонтална ширина Δx и вертикална ширина Δz , се проверява дали средната точка и точките $(x_m \pm \Delta x/4, y_m \pm \Delta x/4, z_m \pm \Delta z/4)$ са разположени вътре в сграда или на лицевата страна на сграда. Ако това е така за най-малко 6 точки, централната точка се брои два пъти, след това клетката на решетката се интерпретира като клетка на сградата.

За случай без сгради, *TALdia* изчислява две вятърни полета за всеки от 6-те класове стабилност, едно за входящ поток от юг и едно за входящ поток от запад; тези 12 базови полета се съхраняват в библиотека на полето на вятъра. В случай на сгради се създават 36 вятърни полета за всеки клас на стабилност, съответстващи на входящите потоци за изотропна роза на вятъра в стъпки от 10 градуса.

При изчисляването на дисперсия, за всяка ситуация на дисперсия от полетата на вятъра, принадлежащи към съществуващия понастоящем клас на стабилност, се избират онези две, чиято посока на вятъра в позицията на анемометъра е най-близка до предварително определената посока на вятъра и от която дадената посока на вятъра е включена, доколкото е възможно. След това двете полета се наслагват по такъв начин, че скоростта на вятъра и посоката на вятъра, посочени на мястото на анемометъра, да са точно уцелени.

В случай на вложени решетки, векторът на вятъра в позицията на анемометър се определя от програмата от най-фината решетка, която съдържа позиция на анемометър. След това получените коефициенти на наслагване се прилагат към всички решетки.

Ако профилът на терена и сградите са дефинирани, програмата *TALdia* първо изчислява поле на вятъра без дивергенция, което няма въздействия върху сградите. Те се въвеждат във втора стъпка.²⁷ Резултатът е вятърно поле без дивергенция с гранични условия, приспособени към терена и сградите. В случай на сгради, полетата с допълнителни колебания на скоростта и коефициентите на дифузия се изчисляват и изписват заедно с вятърните полета.

Всяко от вятърните полета в библиотеката се изчислява в итеративна процедура. Програмата стартира с вятърно поле, което е с дивергенция и се опитва итеративно да премахне дивергенцията. До каква степен програмата успява, трябва да се провери от регистрационния файл *taldia.log*. Там като мащабирана дивергенция се дава максималната абсолютна стойност на срещаните дивергенции, открити в изчислителната решетка, умножена по Δ/u_a (Δ : хоризонтален размер на клетката, u_a : скорост на вятъра при анемометъра).

Забележка: Мащабираната дивергенция, изброена от програмата, трябва да бъде под 0.05.

По принцип, може да се случи итерациите да не се срещнат. В този случай, програмата спира със съобщение за грешка. Ако, обаче, са отчетени всички ограничения, които *TA Luft* посочва по отношение на стръмността на терена, този случай не би трябвало да се прояви на практика.

²⁷ Тази част се осъществява от модела на микромащабно поле на вятъра на DMK, описан в окончателния доклад *taldmk.pdf* на уебсайта www.austal.de

За изчисленията в сложен терен или, като цяло, когато се прилагат външно създадени вятърни полета, е важно да се гарантира, че анемометърът е обект на свободен входящ поток. Ако той е разположен близо до препятствия, метеорологичните модели, които се прилагат тук, не са подходящи за извеждане на входящия поток с достатъчна точност²⁸. За да се предотврати избор на такива неподходящи позиции на анемометъра, се извършват следните проверки, които могат да причинят прекъсване на програмата:

1. За всяко от полета на вятъра в библиотеката на полето на вятъра, скоростта на вятъра в позицията на анемометъра трябва да е по-голяма от 0,5 m/s.
2. Полето на вятъра, което най-накрая се използва за изчисляване на дисперсията, в никакъв момент не трябва да има вертикален компонент, който надвишава абсолютната стойност от 50 m/s.²⁹
3. Сумата от квадратите на коефициентите на суперпозиция за две основни полета трябва да бъде по-малка от 100 и по-голяма от 1/400.

3.7.4 Практическа процедура

Само три стъпки са необходими за отчитане на профила на терена и сградите при изчисляване на дисперсия:

1. Цифровият модел на терен се предлага под формата на текстов файл (например във формат ArcinfoGRIDASCII). Той трябва да обхваща зоната на изчисление.
2. Името на файла е определен от параметъра *gh* във входния файл *austal.txt*.
3. Сградите са посочени във входния файл *austal.txt*, или изрично чрез параметри *xb*, *yb*, *hb*, *cb* и *wb*, или под формата на растерен файл, чието име е определено от параметъра *rb*.

След това, програма *AUSTAL* автоматично извиква програма *TALdia*. Тя създава профила на терена *zg0l.dmna* (ниво на решетка *l*, *l* = 0 без влагане) в директорията на проекта и библиотеката на полето на вятъра в поддиректория *lib* (допълнителна информация относно *TALdia* е представена в приложение D). Полетата след това се използват в последващото изчисление на дисперсията, извършено от *AUSTAL*. Полетата на турбулентността се изчисляват локално както за равен терен като функция на височина над земята.

²⁸ На практика, подобна ситуация възниква само, ако метеорологичните данни се преведат от реалната позиция на измерване в спомагателна позиция вътре в зоната на изчисление и, ако последната не е избрана с достатъчно внимание.

²⁹ Провереният вертикален компонент е този от настроената за терена координатна система и следователно е функция на стръмността на терена и хоризонталните компоненти.

Времето за изчисление се увеличава поради следните причини:

1. Трябва да се създадат полета на вятъра в библиотеката на полето на вятъра.
2. За всеки час от годината (в случай на изчисление на времеви серии) трябва да се изчислят триизмерни полета на вятър и турбулентност.
3. Определянето на траекториите на частиците е по-сложно за триизмерна метеорология, отколкото за едноизмерна.

Забележка: Това може да доведе до цялостно увеличение на времето за изчисление с коефициент от 5 до 10.

Следните въпроси трябва да бъдат разгледани в допълнение към стандартната процедура, описана по-горе:

- Ако директорията на проекта вече съдържа файл `zg0l.dmpa`, то се прилага този файл и посоченият DTM не се оценява.
- Ако директорията на проекта съдържа поддиректория `lib`, *AUSTAL* очаква тя да съдържа валидна и пълна библиотека и пропуска създаването на нова.
- Ако *AUSTAL* се извика с опция `-l`, само библиотеката на полето на вятъра се създава и изчисляването на дисперсията се пропуска. В този случай, полетата на вятъра, които вече съществуват в библиотеката, се изтриват след потвърждение от потребителя.
- Вместо извикване на *AUSTAL* с опция `-l`, моделът на полето на вятъра може да бъде извикан директно:

`taldia ProjectDirectory`

3.7.5 Височина на смесен слой

При изчисления с профили на терен, едноизмерният граничен слой се използва относително над земята. За полето на вятъра, диагностичната процедура на *TALdia* коригира този прост подход.

Профилите на турбулентност също следват терена. За стабилна стратификация и не твърде големи височини, това дава добра представа. За нестабилна стратификация, от друга страна, с увеличаване на височината, се очаква компенсиране поради конвективните процеси, така че, на по-голяма височина профилът да зависи повече от абсолютната височина, отколкото от местната височина над земята. Въпреки че това не може да бъде взето под внимание в простия профил на турбулентност, тя се отчита, като височината на смесения слой се определя като абсолютна над NN, а не относителна над земята. За да се определят метеорологичните профили в позицията на анемометъра, височината на терена на мястото на анемометър се изважда за дадена стойност от височината на смесения слой, за да се получи относителната височина над земята.

По този начин, за положителни дължини на Обухов (класове на стабилност I, II, III/1) височината на смесения слой се изчислява относително над земята, а за отрицателни дължини на Обухов (класове III/2, IV, V) спрямо NN. За положителни дължини на Обухов, стойността $\tilde{h}_m$, изчислена съгласно насока VDI 3783, част 8 (2017), която зависи от текущата скорост на вятъра, отива директно в профила на граничния слой, $h_m = \tilde{h}_m$.

За отрицателни дължини на Обухов, средното изместване на земята z_g се определя вътрешно от дадения профил на терена (при вложени решетки от най-вътрешната решетка), добавя се към теоретичната, класифицирана стойност $\tilde{h}_m$, и след това височината на терена в позицията на анемометъра, която се приспада от тази стойност. По този начин, височината $h_m = \tilde{h}_m + z_g - z_a$ навлиза в модела на равнинния граничен слой.

Тази връзка трябва да се има предвид при избора на позиция на анемометър в сложен терен³⁰. Това е още по-валидно в случая, когато височината на смесения слой е изрично дадена като времева серия: тук, за отрицателни дължини на Обухов, средното изместване на терена вече трябва да бъде стойността по подразбиране на височината на смесения слой.

При повишено ниво на подробност (извикване с опция -v2) височините на смесения слой по подразбиране за 6-те класове стабилност се записват в регистрационния файл `austal.log`. Първите 3 стойности са отрицателни, тъй като за класове I, II и III/1 стойностите се определят според съществуващите стойности на скоростта на вятъра и изместването на терена е без значение. В първия ред, последните три стойности обозначават класифицираните стойности $\tilde{h}_m + z_g$ за класове III/2, IV и V. Във втория ред са стойностите $\tilde{h}_m + z_g - z_a$, тъй като те влизат в модела на граничния слой на ниво: ако една от стойностите е по-малка от 400 m, се извежда предупреждение (освен ако височината на смесения слой не е изрично посочена).

3.8 Използване на външно създадени полета на вятъра

Както бе споменато в раздел 3.7, за изчисления на сложни терени *AUSTAL* използва полетата на вятъра от поддиректорията `lib`. Не е необходимо тези полета да бъдат създадени от *TALdia*. Те може да идват и от друг метеорологичен предпроцесор, напр. прогностичен модел. Освен полето на вятъра, могат да се определят още коефициентите на обмен и колебания в скоростта на вятъра.

³⁰ С параметър `mh`, който изисква опцията `NOSTANDARD`, средното изместване на земята (в m) може да бъде изрично посочено. Ако е избрано равно на височината на терена при анемометъра, тогава $h_m = \tilde{h}_m$ също е отрицателна за дължини на Обухов

Следните условия трябва да бъдат изпълнени, за да може *AUSTAL* правилно да идентифицира и приложи тези полета:

1. Файловете трябва да имат структура, както е описана в приложение В. Данните са представени като числа с десетична запетая в текстов или двуичен формат (4 байта за число).
2. Името на файла определя типа данни. Прилагат се следните имена:

w????a00 . dmna	Вектор на вятъра с компонентите z_p (височина над морското равнище), v_x (x-компонент на вектора на вятъра), v_y (y-компонент на вектора на вятъра), $\tilde{v}_s$ (s-компонент на вектора на вятъра, виж раздел D. 1.1). <i>AUSTAL</i> не използва директно дадената стойност $\tilde{v}_s$, а преизчислява стойността при условие на изчезваща дивергенция във всяка клетка на решетката. Числата имат единица m, съответно m/s.
v????a00 . dmna	Турбулентни колебания на скоростта (поле на турбулентност) с компонентите σ_u , σ_v , σ_w и θ (потенциална температура в градус по Целзий). Те заместват стойностите на модела на граничния слой на <i>AUSTAL</i> . Числата имат единица m/s.
v????d00 . dmna	Турбулентни колебания на скоростта, които се добавят (квадратично) към тези на модела на граничния слой на <i>AUSTAL</i> . Числата имат единица m/s.
k????a00 . dmna	Обменно поле (K поле) с компонентите K_H (хоризонтален коефициент на дифузия) и K_V (вертикален коефициент на дифузия). Те заместват стойностите на модела на граничния слой на <i>AUSTAL</i> . Числата имат единица m ² /s.
k????d00 . dmna	Обменни коефициенти, които се добавят към тези на модела на граничния слой на <i>AUSTAL</i> . Числата имат единица m ² /s.
zp00 . dmna	z-координата на точките на решетката (в m над морското равнище).
zg00 . dmna	Профил на терена (най-ниският слой на zp00 . dmna).

Четирите въпросителни знака съответстват на 4 цифри, които определят ситуацията на дисперсия; например, 2019 може да се използва за „стабилна стратификация II, посока на вятъра 190 градуса“. Изборът на кодиране е доста произволен (но виж по-долу), стига да води до валидно име на файл.

Полета на вятъра трябва да бъдат осигурени поне за онези ситуации, за които *AUSTAL* би създал базови полета. Файлове от тип „v“ или „k“ трябва да бъдат дадени или за всички ситуации, или за нито една.

3. Трябва да се уточни към кой клас на стабилност се отнася даден файл: или от индекса на клас на дисперсия akl в заглавието на файла със стойност между 1

(съответстваща на Klug/Manier I) и 6 (съответстваща на Klug/Manier V), или чрез 4-цифрения спецификатор в името на файла, където първата цифра се интерпретира като индекс на клас на дисперсия.

4. Файловете съдържат триизмерни таблици с данни (с изключение на zg00.dmpa), диапазоните на индексите са $0..n_x$, $0..n_y$ и $0..n_z$. n_x и n_y съответстват на параметрите n_x (брой клетки в x-посока) и n_y (брой клетки в y-посока) на входния файл. Броят на вертикалните клетки е резултат от вертикалната решетка, която може да бъде изрично зададена чрез параметър hh (височина над земята). По подразбиране, при липса на сгради е

$hh \ 0 \ 3 \ 6 \ 10 \ 16 \ 25 \ 40 \ 65 \ 100 \ 150 \ 200 \ 300 \ 400 \ 500 \ 600 \ 700 \ 800 \ 1000 \ 1200 \ 1500$

т.е. $n_z = 19$.

5. Компонентите за скорост се определят в решетката Arakawa-C, например v_x като средна повърхност над страна на клетка, перпендикулярна на x-посока в точките на решетката ($0 \leq i \leq n_x$) в x-посока и в y- и z- посока на централните точки на интервалите ($1 \leq j \leq n_y$, $1 \leq k \leq n_z$). Същите определения се прилагат и за v_y и v_z . Всички останали количества са определени в точките на решетката (ъглите на клетките на решетката).

Типът на дефиницията (Arakawa-C, стойност на точка) трябва да бъде посочен в заглавието на файла чрез параметър $vldf$; той определя по един символ за всеки компонент определен в решетката:

$vldf$ PXYS	за полета на вятъра
$vldf$ PPPP	за колебания на скоростта
$vldf$ PP	за обменни коефициенти
$vldf$ P	за дефиниции на решетката

Заглавието на файла трябва да съдържа параметрите на мрежата dd , $x0$, $y0$ и hh и в допълнение следните параметри:³¹

$axes$	xyz
$lsbf$	1
$sscl$	0
$zsc1$	0

6. Полетата на вятъра, описващи потока около сградите, не са дефинирани вътре в клетките, които са определени като част от сградата. Програмата идентифицира тези изграждащи клетки на сгради със стойността -99 за v_s в долната част на клетката. Това кодиране трябва да се използва в предоставените полета на вятъра. Не са позволени висящи сгради или мостове, за които изграждаща клетка ще се появи върху неиграждаща клетка.

³¹ Настройката „lsbf 1“ гласи, че най-малко значимият байт е на първо място при двоично кодиране на частта с данни. Това е по подразбиране за процесори на Intel и AMD

Ако програма AUSTAL открие библиотека (т.е. поддиректория lib в директорията на проекта), тя индексира срещнатите полета и проверява за пълнота. Тогава класът на стабилност и векторът на вятъра в позицията на анемометъра се вмъкват в каталога за всяко поле на вятъра.

***Забележка:** Поддиректория lib може да не съдържа други файлове освен библиотеки.*

По време на изчислението на дисперсията са необходими поле на вятъра за даден клас на стабилност, скорост на вятъра и посока на вятъра. Каталогът се проверява за две базови полета на дадената стабилност с посока на вятъра, възможно най-близка до дадената³². Тези полета се наслагват така, че полученото поле да поеме желаната скорост и посока на вятъра в позицията на анемометъра. Свързаните турбулентни полета и К-полета - ако съществуват - също се наслагват със същите фактори.

Тази процедура се прилага и за вложени решетки (виж раздел 3.9). Тук полетата трябва да бъдат осигурени за всяка решетка. Номерът на решетката n ($1 \leq n \leq n_n$) трябва да бъде посочен в името на файла, той замества низа 00 в края на името под формата $i1$ с $i = n_n + 1 - n$. Например, за три вложени решетки, полетата на вятъра, дефинирани в най-фината решетка, се съхраняват във файлове w????a31.dmpa.

***Забележка:** С вложени решетки в сложни терени, профилите на терена трябва да бъдат настроени в краищата на решетката: двете най-външни ивици на по-фината решетка трябва да съдържат височините на следващата по-груба решетка, или директно или получени чрез линейна интерполация. Ето защо се препоръчва първо да се създадат профилите на терена lib\zgi1.dmpa с TALdia и след това да се приложат тези данни в изчислението на външното поле на вятъра (трябва да се има предвид, че файловете zg0l.dmpa в директорията на проекта не са подходящи). Това може да стане, като се извика TALdia с опция -oGRIDONLY, така че да спре, след като профилите бъдат изписани. Имайте предвид, че програмата проверява дали вътрешно настроените профили съвпадат с тези, дадени във файловете на полето на вятъра, и прекъсват, ако се срещат по-големи разлики ($> 0.2m$).*

Пример:

Директория house-01 съдържа пример с външно създадена библиотека на полето на вятъра. Той описва потока около U-образна сграда върху решетка с размер на клетката 4m и хоризонтални 50x50 клетки. Вертикалният размер на клетката също е 4m, а решетката се простира до височина 60m над земята. За по-добра илюстрация на ефектите на сградите, източникът е разположен в средата на вътрешния двор на сградата на височина 2m и емитира SO₂ със сила на източника 2kg/h.

³² Това означава, че трябва да бъдат осигурени поне две полета на вятър за всеки клас на стабилност

Библиотеката съдържа допълнителни полета на вятъра, полета на допълнителна турбулентност и допълнителни K полета (ефект на допълнителна турбулентност, причинена от сградата), но само за неутрална стратификация и посоки на вятъра между 200 градуса и 280 градуса (в стъпки от 10 градуса). Това обаче е достатъчно за изчисляване на 9-я ден от времевата серия anno15.akterm.

3.9 Избор на изчислителни решетки

Обикновено се прилага само една решетка, ако не са дефинирани сгради. Решетката се задава от потребителя или се генерира автоматично от програмата. Програмата прилага настройки, така че размерът на клетката е достатъчно малък за най-ниския източник и разстоянието до ръба на изчислителната решетка е достатъчно голямо за всички източници. Това означава, според TA Luft, че размерът на хоризонталната клетка е зададен равен на конструктивната височина на най-ниския източник (но без сгради, най-малко 16 m) и, че за всички източници, кръг с радиус 50 пъти по-висок от конструктивната височина с източника в центъра му, се съдържа изцяло в зоната на изчисление. Тук конструктивната височина е средната височина, определена от реалната височина на конструкцията h_q плюс половината от вертикалния обхват s_q .

Забележка: Ако зоната на изчисление е изрично зададена във входния файл, всички параметри трябва да бъдат дефинирани, т.е. dd, x0, nx, y0 и ny. Параметрите dd, x0 и y0 трябва да са цели числа, тъй като в противен случай вътрешните грешки на закръгляването могат да причинят проблеми (например $3*0.1$ не е точно 0,3 при вътрешната работа на компютъра).

За изчисления със сгради или за конфигурации на източници със силно променящи се височини на конструкцията, тази процедура не е проста: сградите и ниските източници изискват малък хоризонтален размер на клетката и в същото време трябва да се покрие голяма площ поради високите източници; в допълнение, на големи разстояния се прилага ненужно малък хоризонтален размер на клетката, което причинява големи статистически несигурности в моделираните концентрации.

Това може да се избегне чрез използване на вложени решетки. В околността на сгради и ниски източници се прилага решетка с малък размер на клетката, и по-нататък - решетка с по-голям размер на клетката. Съществуват няколко ограничения, на които трябва да се подчинява наборът от вложени решетки, за да се сведат до минимум артефактите в изчислените концентрационни полета:

- Размерът на хоризонталната клетка трябва да се увеличи от по-фина до следваща по-груба решетка точно с коефициент 2.
- Краищата на по-фината решетка трябва да съвпадат с линиите на следващата по-груба решетка.

- По-грубата решетка трябва да има поне обхвата на следващата по-фина решетка. Препоръчва се да се спазва разстояние между ръба на по-грубата решетка и тази на следващата по-фина решетка с най-малко 4 размера на клетка на по-грубата решетка.
- По-фините решетки трябва да имат разширение във всяка координатна посока, което е с 2 клетки по-голямо от необходимото според *TA Luft*, тъй като стойностите в двата най-външни реда, съответно колони, не могат да бъдат използвани за оценка.³³

Програмата автоматично създава единична решетка, ако не са дефинирани сгради. Система от вложени решетки се създава, ако низът NESTING е посочен като опция os във входния файл. Приложените параметри на мрежата са изброени в регистрационния файл. Те могат да бъдат копирани за изрична употреба директно във входния файл.

Ако вложената решетка е определена от потребителя във входния файл, параметрите на мрежите трябва да бъдат посочени във възходящ ред на хоризонталния размер на клетката³⁴. Валиден избор на решетка за точков източник на височина 50 m и разположен в нулевата точка на координатната система би бил например:

dd	50	100	200
x0	-1100	-2200	-2800
nx	44	44	28
y0	-1100	-2200	-2800
ny	44	44	28

В случай, че са дефинирани сгради, трябва да се отчитат допълнителни характеристики:

1. Сградите са растреризирани върху изчислителната решетка. Размерът на хоризонталните клетки и вертикалните интервали трябва да бъдат избрани така, че сградите да са достатъчно добре разделени в изчислителната решетка. Растреризацията може да бъде проверена от файловете *volout01.dmn*, които са изписани от *TALdia*.
2. За вложени решетки, сградите се отчитат при изчисляване на полето на вятъра само в най-фината решетка (тази с най-малък размер на хоризонталната клетка). Една сграда влияе на вятъра по течението до разстояние, обикновено 5 пъти по-голямо от височината на сградата. Обхватът на най-фината решетка трябва да бъде избрано съобразено с това. Граничните ивици на мрежата може да не съдържат сгради.
3. Това означава също, че само източниците, които са в най-фината решетка, са засегнати от въздействието на сградите върху полето на вятъра.
4. За да се гарантира добра сходимост на итеративното изчисляване на полето на вятъра в най-фината мрежа, неговите вертикални интервали трябва да бъдат постоянни доколкото е възможно. Най-фината решетка трябва да обхваща във

³³ Стойностите могат да бъдат изкривени поради картографирането на решетките.

³⁴ В този случай не се изисква опцията NESTING

вертикал до два пъти височината на най-високата сграда. И двете условия могат да бъдат изпълнени чрез подходяща настройка на вертикалната решетка (hh) и горния ръб на най-фината решетка (nz).

5. Влиянието на сградите върху турбулентните свойства по течението на потока се простира обикновено до 10 пъти височината на сградата. Ако най-фината решетка има по-малък обхват, тогава допълнителните турбулентни полета се създават и за следващата по-груба решетка; в този случай, размерът на хоризонталната клетка на тази мрежа също трябва да бъде достатъчно малък, за да разреши сградите. Това условие за обхвата на мрежата трябва да бъде изпълнено също и ако се приложи само единична решетка.

Ако не са предоставени дефинирани от потребителя решетки, програмата се опитва да изпълни всички тези условия при автоматично настройване на решетките. За изчисления със сгради, по подразбиране се прилагат вложени решетки. Това може да бъде потиснато с низа -NESTING в опцията параметър os. Както сградата, така и конфигурацията на източника се отчитат в автоматичната настройка на решетките. Максималната височина на сградата и параметрите на вложени решетки са изброени в регистрационния файл.

Програмата изчислява концентрацията и отлагането за всяка от решетките. За да се разграничат различните резултати, номерът на мрежата се добавя към името на файл с резултати (започващ с 1 за най-фината решетка). За набора от вложени решетки, посочен в примера по-горе, файловете so2-j00z01.dmna, so2-j00z02.dmna и so2-j00z03.dmna се създават вместо файл so2-j00z.dmna.

Максимумът на стойностите на характерна имисия, които са изброени в регистрационния файл, са абсолютните максимуми в решетките. Това означава, например за резултата тип h24 (средна часова стойност надвишена 24 пъти), че първо стойността H24 се изчислява за всяка клетка на решетката във всяка решетка, след това се избира абсолютният максимум и се записва в регистрационния файл, заедно с информацията за това в коя решетка възниква тази стойност.

Забележка: За вложени решетки и профил на терена, приложеният цифров профил на терена трябва да покрива най-грубата решетка.

За вложени решетки, повърхностните файлове, получени от цифровия профил на терена, включват в името си номера на решетката вместо 00, например zg03.dmna

3.10 Номинална честота на часовете на миризма

При просто изчисление на дисперсията, за извличане на часовите честоти на миризмата не се прави разлика между различни видове аромати. Всички ароматизиращи вещества се сливат в мирис на едно вещество и за това вещество се определя честотата на часовете на миризма r .

Приложение 7 на *TA Luft* (2021), от друга страна, предвижда по-различен подход към емисиите на миризма в контекста на животновъдството. Взема се под внимание, че миризмите от птицефермите, например, се възприемат като по-неприятни от миризмите от навеси за добитък. Затова, честотите на часове на миризма се определят отделно за всеки вид животно, и след това, заедно със специфичните за вида коефициенти на оценка, се използват за получаване на общия коефициент на оценка:

Първо, всички емисии на миризма се сливат в едно вещество S и се изчислява (неоценена) честотата на часовете на мирис r .

Второ, дефинирани са четири класа ароматизанти S_i ($i=1, \dots, 4$), където всеки клас съдържа всички видове ароматизиращи вещества, на които е присвоен общ коефициент на оценка f_i . Класовете са сортирани по низходящ коефициент на оценка, т.е. $f_i > f_{i+1}$ трябва да имат. Честотите на часовете на миризма r_i се изчисляват отделно за всеки клас.

Изчислените стойности се подчиняват на съотношението

$$0 \leq r_i \leq r \leq 1 \quad (3)$$

Номиналната честота на часовете на миризма r_b трябва да отговаря на следните условия:

1. Ако има само един клас ароматизант S_i , $r_b = f_i r_i$ и също $r_i = r$.
2. Ако има смеси на класове ароматизанти, r_b е непрекъснато зависима от r_i и увеличението на r_i не води до намаляване на r_b .

Алгоритъмът, описан по-долу, гарантира това за случая $\sum r_i \geq r$.

Образуват се следните спомагателни количества h_i :

$$h_1 = r_1, \quad (4)$$

$$h_2 = \min(r_2, r - h_1), \quad (5)$$

$$h_3 = \min(r_3, r - h_1 - h_2), \quad (6)$$

$$h_4 = \min(r_4, r - h_1 - h_2 - h_3) \quad (7)$$

$$h_5 = \min(r_5, r - h_1 - h_2 - h_3 - h_4) \quad (8)$$

За всички h_i се твърди, че

$$0 \leq h_i \leq r_i \quad (9)$$

След това, номиналната честота на часовете на миризма r_b се изчислява от неоценена честота r и коефициента на оценка f_{total} :

$$r_b = f_{gesamt} r \quad \text{mit} \quad f_{gesamt} = \frac{1}{\sum_i h_i} \sum_i f_i h_i \quad (10)$$

Коефициентът на оценка f_{total} може да бъде по-голям от 1 и по този начин изчислението може да доведе до честоти на часовете на миризма над стойността 100%. Това се предотвратява чрез задаване на горна граница за IG_b (дадена като процент от общите часове):

$$IG_b = 100 \min(r_b, 1) \quad (11)$$

Работа със специфични по вид емисии

Предписаните стъпки за изчисление се извършват автоматично от *AUSTAL*, ако потребителят посочи номинални класове на ароматизанти. Те имат имена във формата `odor_nnn`, където *nnn* е цяло число, насочващо към коефициента на оценка. Следните класове ароматизанти се разпознават от *AUSTAL*:

Клас име	Коефициент на оценка
<code>odor_050</code>	0.50
<code>odor_075</code>	0.75
<code>odor_100</code>	1.00
<code>odor_150</code>	1.50

Ако във входния файл емисиите са посочени за номинални класове ароматизанти, *AUSTAL* пренебрегва всяка настройка на миризма и определя емисиите за това вещество според сумата на всички класове ароматизанти. Следователно, в този случай, потребителят не трябва изрично да посочва миризмата.

В резултат на това, честотата на часовете на миризма, както за сумарната миризма на веществото (r), така и за приложените класове ароматизанти (r_i), и номиналната честота на часовете на миризма, се изписват под името `odor_mod` (IG_b).

В теста за проверка 02 (раздел А) е дадено просто и инструктивно приложение на номиналните класове ароматизиращи вещества. По-практично приложение е примерът `odor\h20rated`.

3.11 Мокро отлагане

В допълнение към сухото отлагане, може да се изчисли и мокрото отлагане, при условие че се предоставят необходимите времеви серии на делът на валежите в метеорологичните входни данни. За изчисляване на мокрото отлагане се използват специфичните стойности за кстепен на отмиване (виж раздел B.4).

Делът на валежи g_i трябва да бъде деклариран като зависим от времето. Времевата серия, заедно с всички други метеорологични параметри, може да бъде зададена директно във файла `series.dmn`³⁵ в mm/h. Ако този файл не е наличен, тогава потребителят търси валидни записи за валежи. Ако AKTerm не съдържа парола `Precipitation` в заглавието или няма нито един валиден запис за валежите в частта с данни, се прави опит да се прочетат стойностите от файла `precipitation.dmn` в директорията на проекта. Ако има поне една валидна стойност на валежите в AKTerm, файлът `precipitation.dmn` се игнорира. Форматите са описани в раздел 3.5.

Ако се използва статистика за категорията на дисперсия, не могат да се вземат предвид валежите и, следователно, мокро отлагане не се отчита.

Общото количество валежи и броят часове с валежи се извеждат в регистрационния файл. Резултатните файлове показват отделно мокро (идентификатор `wet`) и сухо (идентификатор `dry`) отлагане, както и сумата от двете (идентификатор `dep`).

С опцията `WETDRIFT` на `NOSTANDARD` може да се вземе предвид хоризонталното движение на дъждовните капки при отчитане на мокрото отлагане, виж Приложение J.

³⁵ Немски езиков пакет: `zeitreihe.dmn`

4 Примери

Разпространението на *AUSTAL* включва няколко примерни изчисления, които са инсталирани в *test* поддиректория. Един от тези примери е използван по-долу за да даде кратко въведение в работта на *AUSTAL*.

4.1 Примерно изчисление

Предполага се, че *AUSTAL* и примерите са инсталирани в системата Windows, в съответствие със спецификациите на раздел 2.

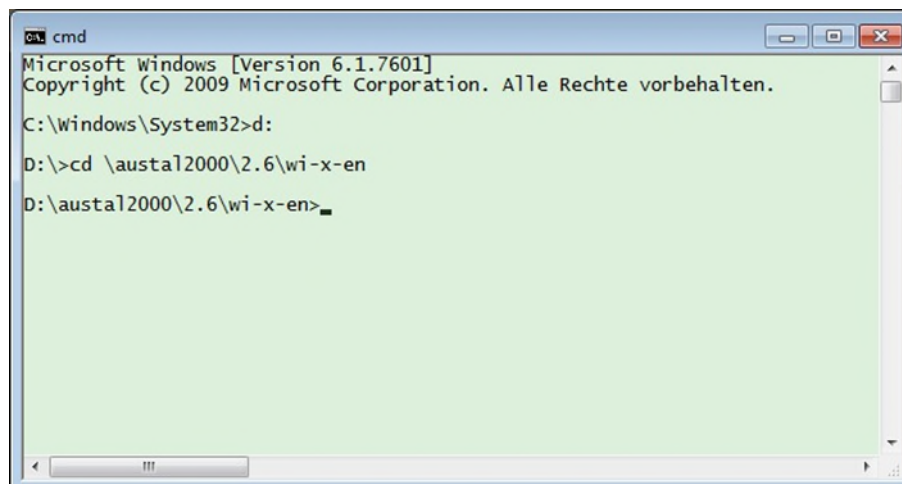
За да се изпълни програмата, първо трябва да се отвори DOS прозорец. Продължава се към менюто

Apps→Windows-System

и се избира менюто Command Prompt. Отваря се нов прозорец, в който могат да се пишат команди.

Вляво в командния ред (command prompt) ('>'), е посочено в кой диск (напр. C:) и коя директория се намира потребителят. Избира се (сменя се) дискът и директорията, където е инсталиран *AUSTAL*, т.е. където се намира изпълнителната програма *austal.exe*.

Въвеждането на буквата на диска, последвано от двоеточие и след това натискане на клавиша RETURN, променя текущия диск. Командата *cd* (промяна на директорията) може да се използва за промяна в желаната директория. Следващата фигура дава пример. Командата *dir* може да се използва за извеждане на списък на файловете на текущата директория.



```
cmd
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

C:\Windows\System32>d:
D:\>cd \austal2000\2.6\wi-x-en
D:\austal2000\2.6\wi-x-en>
```

Стартиран е примерният проект simple, който се намира като поддиректория (директория на проекта) в тестовата директория. Входните данни са във файла austal.txt, който изглежда така:

```
ti "Test Simple"
az "../anno11.akterm"
z0 0.5
hq 20
so2 2.78 ' 10 kg/h
qs -4
```

В първия ред е отбелязано заглавието на проекта, във втория ред метеорологичната времева серия, която ще се използва. Даден е съответният път към директорията на проекта, така че AKTerm с име anno11.akterm трябва да се използва в тестовата директория. Следващият ред посочва средната дължина на граправостта.

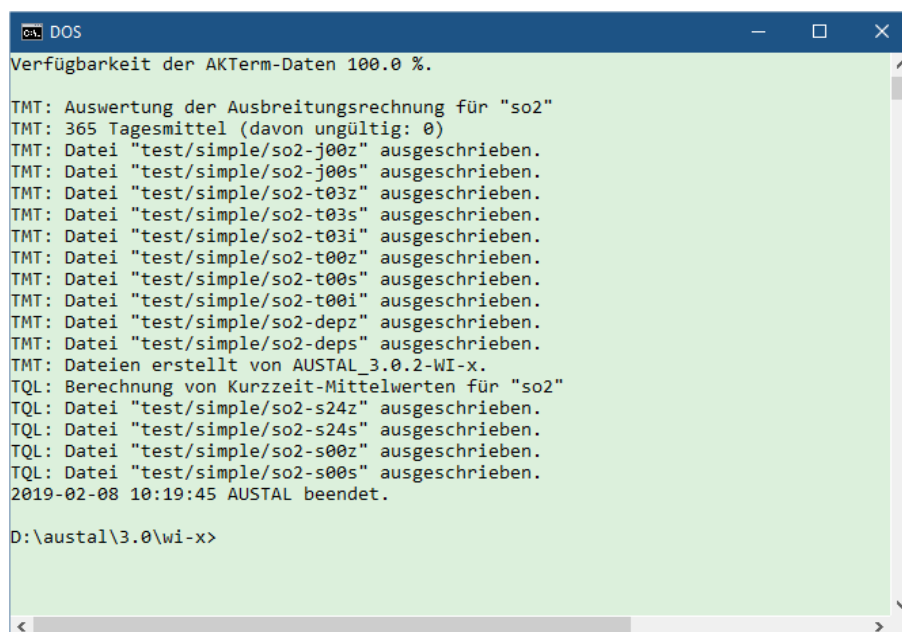
Позицията на източника hq и uq не е изрично посочена, затова се прилагат стойностите по подразбиране 0. Височината на източника е 20 m и изпуска SO₂ с постоянна сила на емисиите от 2,78 g/s.

Изчислителната решетка се генерира автоматично от програмата. Нивото на качество -4 е доста ниско, за да се сведе до минимум времето за изчисление за този тестов пример. Изчисляването на дисперсията се стартира с командата

```
austal -D test/simple
```

Опцията -D изтрива съществуващ регистрационен файл austal.log в директорията simple преди изчислението, в противен случай регистрираната информацията се добавя във файла.

Информация за версията на програмата и прогреса на изчислението се появява на екрана (виж следващата фигура). Ако изчислението на дисперсията и последващата оценка на резултатите са завършени без грешки, AUSTAL извежда това съобщение на екрана.



```
G:\ DOS
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 100.0 %.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "test/simple/so2-j00z" geschrieben.
TMT: Datei "test/simple/so2-j00s" geschrieben.
TMT: Datei "test/simple/so2-t03z" geschrieben.
TMT: Datei "test/simple/so2-t03s" geschrieben.
TMT: Datei "test/simple/so2-t03i" geschrieben.
TMT: Datei "test/simple/so2-t00z" geschrieben.
TMT: Datei "test/simple/so2-t00s" geschrieben.
TMT: Datei "test/simple/so2-t00i" geschrieben.
TMT: Datei "test/simple/so2-depz" geschrieben.
TMT: Datei "test/simple/so2-deps" geschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.0.2-WI-x.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "so2"
TQL: Datei "test/simple/so2-s24z" geschrieben.
TQL: Datei "test/simple/so2-s24s" geschrieben.
TQL: Datei "test/simple/so2-s00z" geschrieben.
TQL: Datei "test/simple/so2-s00s" geschrieben.
2019-02-08 10:19:45 AUSTAL beendet.

D:\austal\3.0\wi-x>
```

Директорията на проекта simple вече съдържа регистрационния файл `austal.log`. Тя също така съдържа информация за програмата, работата на програмата, приложените входни данни в `austal.txt`, както и списък с основните резултати от изчислението на дисперсията.

***Забележка:** Входният файл и регистрационният файл са прости текстови файлове, които могат да бъдат проверявани и редактирани с всеки текстов редактор (например чрез двойно кликуване върху името на файла в прозорец на Explorer).*

Директорията на проекта simple съдържа също така и DMNA файлове с разпределения на концентрацията в близост до земята за различните стойности характерни имисии (средно годишни, краткосрочни стойности). Тези файлове също са прости текстови файлове (виж раздел В.1). Съдържанието им може да бъде обработено допълнително с подходящи програми (напр. OpenOffice или Excel).

4.2 Примери

По-долу е кратко описание на примерите, които са част от разпространението на AUSTAL. Всички примери се намират в тестовата поддиректория и могат да бъдат стартирани поотделно с командата

```
austal -D test/Example
```

Приложените метеорологични данни и профил на терен се намират в тестовата директория.

Забележка: За примери с профил на терен и/или сгради, поддиректорията lib с библиотеката на полета на вятъра и файловете zgij.dmta трябва да бъде изтрита преди да се извърши напълно ново изчисление. В противен случай AUSTAL директно използва тези файлове, вместо да ги преизчислява.

h50aks11-15

Изчисление на статистически клас на дисперсия anopum11-15.aks за източник с височина 50m, за вещества SO₂, NO, NO₂, ФПЧ-10 и неизвестни (xx).

h50a11 до h50a15

Изчисление с AKTerm anno11.akterm до anno15.akterm с отделни времеви серии за източник с височина 50m, за SO₂, NO, NO₂, ФПЧ-10 и неопределено (xx).

2h50a11

Изчисление с AKTerm anno11.akterm за два източника с височина 50m на разстояние 750m един от друг, за SO₂, NO и NO₂.

h50a11-2

Изчисление с AKTerm anno11.akterm за два източника с височина 50m на разстояние 750m един от друг, с емисии на SO₂, зависими от времето, както и дифузен източник с постоянно емитиране на оловен прах.

h50a11g

Подобно на пример h50a11, зарежда се времева серия с фоновы концентрации и дължината на грапавостта z₀ се изчислява автоматично.

h50a11plr

Подобно на пример h50a11, но с източник с издигане на струята.

h00aks-nh3

Изчисление със статистически клас на дисперсия anopum11-15.aks за предизвиката от вятъра емисия от конюшна, която е моделирана във формата на обемен източник.

h30a11h1

Проста демонстрация на сложен терен (идеализиран хълм с гаусова форма).

h30a11h0

Както пример h30a11h1, но с равен терен.

h50a11c

Както пример h50a11, но със сложен терен (реалистичен профил на терен).

h50a11n

Както пример h50a11, но с автоматично генериране на вложени решетки (равен терен).

h50a11d

Като пример h50a11, но с отчитане на хоризонталното движение на дъждовните капки при определяне на мокрото отлагане.

h50a11nd

Като пример h50a11n, но се взема предвид хоризонталното движение на дъждовните капки при идентифициране на мокрото отлагане.

h50a911cn

Както пример h50a11c, но с автоматично генериране на вложени решетки (сложен терен).

house-01

Поток около U-образна къща с помощта на библиотека с външно генерирани полета на вятъра. Периодът на изчисление е само един ден.

tower

Освобождаване на SO₂ през охлаждаща кула.

h50a11-sci

Както пример h50a11, но извеждане на резултатите в научна нотация (опция SCINOTAT).

body\h25a11

Изчисление с AKTerm anno11.akterm за източник с височина 25m на покрива на строителен комплекс.

body\h50a11cb

Както пример h50a11c, но със сграда приличаща на кула близо до източника.

body\raster

Изчисляване с AKTerm anno11.akterm за източник с височина 15m отгоре на строителен комплекс, който е посочен в растерния файл.

odor\h10aksn

Изчисляване със статистически клас на дисперсия anonymous.ask за обемен източник близо до земята, който изпуска неоценено ароматизиращо вещество; вложени решетки; рецепторни точки.

odor\h50a11

Както пример h50a11, но с емисия на неоценено ароматизиращо вещество.

odor\h20rated

Пример за изчисление с номинален ароматизант. Всеки от двата източника излъчва номинален клас ароматизант (odor_100 и odor_050), изчислението е със статистически клас на дисперсията anonym.aks.

stoer-1

Пример за приложение извън TA Luft. Разпространението на краткосрочно освобождаване се проследява през осредняващ интервал от 5 минути.

5 Отвѣд TA Luft

AUSTAL е референтно приложение на разпоредбите, изложени в TA Luft за извършване на изчисление на разсейването. В обосновани отделни случаи може да се наложи отклонение от тези разпоредби, което е възможно чрез настройка на опцията NOSTANDARD.

Освен това има и области на приложение на AUSTAL, които не са пряко свързани с TA Luft, но се основават на съответните разпоредби на TA Luft. Един от примерите е изчисляване на дисперсията като част от анализите на аварията в съответствие с предварителния проект (2020 г.) на насоката VDI 3783 част 1.

За такива приложения може да е особено необходимо да се осигурят данни за метеорологията и свойствата на източника в интервали на осредняване, различни от един час, и също така да се вземе предвид концентрацията при интервал на осредняване, по-малък от един час. За тази цел е въведена опцията NOTALUFT.

5.1 Опция NOTALUFT

Ако е зададена опцията NOTALUFT, могат да се използват непостоянни интервали с произволна продължителност, ако във файла `time series.dmn` са посочени изрични времеви серии. Тъй като само края на времевия интервал е посочен във времевия ред, конвенцията е, че първият интервал започва в пълния предходен час. Например, ако края на първия времеви интервал е зададен на 2020-11-02.12:10:00, той започва в 2020-11-02.12:00:00, а ако е зададен на 2020-11-02.17:00:00, той започва в 2020-11-02.16:00:00.

Дължината на интервала от време, през който концентрацията се определя вътрешно, може да бъде определена с параметъра `in` (по подразбиране 3600 секунди).

По подразбиране опцията NOTALUFT се използва за изписване на разпределението на концентрацията за всеки от тези последователни интервали от време като файл в папката на проекта, като файловете се номерират последователно според интервалите от време. С присвояването на опцията `Average=n` със стойност $n \neq 1$, броят на интервалите от време, за които се взема средната стойност преди записването, може да бъде увеличен, вижте раздел 3.1. С присвояването на опцията `WriteSeries=0` записването на последователните интервали се потиска, записват се само средните стойности за времевия интервал, обхванат от времевия ред.

Времето за осредняване, за което се отнасят посочените метеорологични параметри, е включено в профилите на метеорологичния граничен слой съгласно насока VDI 3783, част 8. Тази стойност може да се определи с параметъра `ib` (по подразбиране 3600 секунди). Това има смисъл, ако метеорологичният времеви ред съдържа времеви курс на посоката на вятъра с промяна в мащаб, по-малък от един час. Тъй като по този начин изрично се отчитат колебания под един час, флуктуациите на хоризонталната скорост и коефициентите на дифузия, които по подразбиране се отнасят за периода на осредняване от един час, трябва да бъдат съответно намалени чрез намаляване на времето за осредняване `ib`. Допълнителна информация можете да намерите в указание VDI 3783, част 8.

Ако е използвана опцията NOTALUFT, резултатите не се анализират. По подразбиране се изписват последователните разпределения на концентрацията и средната стойност за целия период, както и стойностите на концентрацията в определени точки на наблюдение, ако е приложимо.

Пример:

Входящият файл `austal.txt` е

```
ti  "stoer/test-1"
ha  5
z0  0.2
qs  12
dd  20
x0  -70
y0  -410
nx  100
ny  41
---
os  "NOTALUFT"
in  300
---
hq  10
---
xx  ?
---
xp  200 400 600 800 1000 1200 1400 1600
yp  0   0   0   0   0   0   0   0
---
```

и файлът `series.dmna`

```
form  "te%20lt" "ra%5.1f" "ua%5.1f" "lm%7.1f" "01.xx%10.1e"
mode  "text"
sequ  "i"
dims  1
lowb  1
hghb  2
*
2020-10-14.10:00:10  270  2.0  100.0  1.e5
2020-10-14.10:30:00  270  2.0  100.0  0
***
```

Това означава, че през първите 10 секунди се освобождават 106 грама, чието разпространение се проследява с осреднено време от 5 минути за период от половин час. Съответните разпределения на концентрацията в приземния слой могат да бъдат намерени в папката на проекта във файловете от `xx-001z.dmna` до `xx-006z.dmna`, съответните дисперсии във файловете от `xx-001s.dmna` до `xx-006s.dmna`, средната стойност за половин час във файловете `xx-j00z.dmna` и `xx-j00s.dmna` и времевите редове на 5-

минутните средни стойности в точките за наблюдение във файловете xx-zbpz.dmna и xxzbps.dmna.

5.2 Опция VDI37831

Ако е зададена опцията NOTALUFT, може да бъде зададена и опцията VDI37831. С тази опция е възможно да се свържат параметрите vq (стойността трябва да е отрицателна), ts и (по избор) sh с дисперсията на тежки газове съгласно предварителния проект (2020/2021 г.) на насока VDI 3783, част 1 в съответствие с насока VDI 3783, част 2.

Приложения

А Тестове за проверка

Насока VDI 3945, част 3, в приложение D посочва серия от тестове за проверка. Те трябва да се използват за проверка на правилната функционалност на програмното изпълнение на модела, който е описан в насоката. Тестовите обхващат специални ситуации, за които са известни правилните решения и за които резултатите от симулацията могат да бъдат проверени.

Тъй като AUSTAL е проектиран да отговори на нуждите на *TA Luft*, тези специални ситуации обикновено не могат да бъдат възпроизведени в AUSTAL. За да могат да се извършват изчисленията за проверка, в програмата са вградени разширения, които са адресирани чрез входния параметър *os*.

Забележка: Тези разширения са проектирани и тествани единствено за тестовите за проверка, описани по-долу, и не трябва да се използват при изчисленията на одисперсията съгласно TA Luft.

Всички разширения изискват ключ NOSTANDARD като част от опционния низ (параметър *os*). Ако се използва този ключ, в регистрационния файл се записва съответно предупредително съобщение.

Ключът PERIODIC въвежда в сила периодични гранични условия. Това означава, че частици, които излизат от изчислителната решетка в *x* или *y* посока, влизат в нея отново от противоположната страна. В посока *z*, в горната част на изчислителната решетка, частиците се отразяват (като на земята). По този начин, нито една частица не може да напусне изчислителната решетка.

Ключът LIB2 налага, в случай на изчисление със сгради, създаването на само две (вместо 36) базови полета за клас на стабилност за библиотеката на полето на вятъра. Това е полезно, ако се взема предвид само една метеорологична ситуация.

Следните параметри могат да бъдат зададени в опционния низ *os* във формата "*Name=Стойност*"; (главни и малки букви, без интервали):³⁶

Vlm : Версия на модела на граничния слой (виж по-долу).

Groups : Брой групи частици, използвани за оценка на статистическата несигурност.

Kmax : Разпределението на концентрацията за всички среднодневни стойности се изписва за всички слоеве $1 \leq k \leq Kmax$. Името на файла има формата *Substance-nnnp.dmpa*, където *nnn* е действащ индекс, а *p* - типът стойност (*z* за концентрацията, *s* за статистическата несигурност).

³⁶Допълнителни параметри, които могат да повлияят на резултатите от изчисленията и са предназначени единствено за тестови цели са: MntMax, DMKp, SRCTRB, TRACE.

Kref : Като Kmax, но само слой $k = Kref$ е изписан.

Rate : Скорост на емисии от симулирани частици в секунда (замества спецификацията с qs).

Su, Sv, Sw: Директна спецификация на колебанията на скоростта на вятъра $\sigma_{u,v,w}$.

Tau : Максимална стъпка във времето за движението на частиците. В контекста тук се използва за избор на стойност, по-малка от тази, която би била избрана от програмата, така че да се приложи пространствено хомогенна времева стъпка.

Us : Директна спецификация на скоростта на триене u_*

Следните профили на граничен слой могат да бъдат избрани от номера на версията Blm, всички те се различават от тези по подразбиране, описани в насока VDI 3783, част 8.

Blm=0.1: Създава се хомогенно турбулентно поле и хомогенно поле на вятъра със сила u_a . Колебанията на скоростта σ_u , σ_v и σ_w се дефинират изрично чрез параметри Su, Sv и Sw, както и скоростта на триене u_* (параметър Us). Времето за корелация на Лагранж се изчислява, както следва:

$$T_{u,v} = 100 z_0 / u_*$$

$$T_w(z) = \begin{cases} 10 z_0 / u_* & \text{за } L > 9000\text{m} \\ z_0 / u_* (1 + z / |L|) & \text{в противен случай} \end{cases}$$

Blm=0.5: Използват се следните нехомогенни профили:

$$u(z) = u_a \left(\frac{z}{h_a} \right)^{0.3}$$

$$\sigma_{u,v} = 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$\sigma_w(z) = Sw \sqrt{z/h_a}$$

$$T_{u,v,w} = z_0 / u_*$$

Blm=0.7: Използва се нехомогенно турбулентно поле:

$$\sigma_{u,v} = Su, Sv$$

$$\sigma_w(z) = Sw \left[1 - \frac{z_0}{h_a} \sin \left(\frac{z\pi}{2\hat{z}} \right) \right]$$

$$T_{u,v} = 20 z_0 / u_*$$

$$T_w = \frac{z_0}{u_*} \left[1 + 20 \sin \left(\frac{z\pi}{2\hat{z}} \right) \right]$$

$\hat{z}$ е горният ръб на изчислителната решетка.

Допълнителни спецификации са описани в разделите на отделните тестове за проверка.

Тестът за проверка има двуцифрена идентификация nn , която се отнася до съответния раздел в насока VDI 3945, част 3. Тестът се намира в директорията `verif\nn`. За всеки тест

съществува индивидуална програма за оценка с име `verifnn`. Изпълнимата програма е разположена в директория `verif`, изходният код (файл `verifnn.c`) - в директория `source`.

Тестовите изчисления се извършват с командата `austal verif/nn`. Резултатите се оценяват с командата `verif\verifnn`. За обработка на всички тестове за проверка, включително оценката, могат да се използват командите

```
verif\verify
verif\evaluate
```

Резултатите от оценката се добавят към файл `verif\result.txt`. Резултатите, показани по-долу, са приложими за версията на програмата 3.2.1-WI-x.

00 Оценка на грешката в извадката

Изчислената стойност на концентрацията е обект на статистическа несигурност, която води до отклонение от очакваната стойност. Дали отклонението е значително или не, може да се прецени по грешката в извадката, която автоматично се изчислява от програмата. Следователно, в началото трябва да се провери дали програмата правилно оценява грешката в извадката.

Приложена е зона на изчисление от $1000 \times 1000 \text{ m}^2$ с 50×50 хоризонтални клетки. Само една клетка с обхват 200 m е дефинирана във вертикала. Изчислението протича във времева серия от 10 дни, частици се емитират в последния час на първия ден през цялата изчислителна решетка. Прилагат се периодични гранични условия, така че нито една частица да не може да напусне изчислителната решетка. Турбулентността е постоянна във времето и пространството. Концентрацията трябва да бъде еднаква във всички клетки на решетката и отклоненията чисто случайни.

Изчислителна решетка: $1000 \times 1000 \times 200 \text{ m}^3$, разделена на $50 \times 50 \times 1$ клетки; периодични гранични условия.

Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a=0.2$, $g_a=270$, $z_0=0.5$, и $"Blm=0.1; Su=1.2; Sv=1.0; Sw=0.65; Tau=10; Us=0.2;";$ времева серия от 10 дни.

Източник: Обемен източник, простиращ се по цялата изчислителна решетка; емисии само в последния час на първия ден; „Groups=36;Rate=0.01;“, което означава, че всяка група съдържа само една частица; общата емисия е 360 kg , теоретичната средна концентрация $1800 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

N	Средна	Наблюдавана	Оцене на
1	37.6	96.6	74.1
2	1800.0	13.9	14.0
3	1800.0	14.2	14.0
4	1800.0	14.9	14.1
5	1800.0	14.0	14.0
6	1800.0	13.9	14.1
7	1800.0	14.6	14.1
8	1800.0	13.5	14.0

9	1800.0	13.7	14.0
10	1800.0	14.1	14.1

Оценката, показана в таблицата, изброява за всеки ден N моделираната Средна стойност, реалната грешка в извадката, получена от изменението на концентрациите в 50×50 клетки на решетката (колона Наблюдавана, в проценти), и грешката в извадката, изчислена от програма за всяка клетка на решетката (колона Оценена, квадратично средно за всички клетки, в проценти). Медианата на наблюдаваната грешка в извадката за всички приложими 9 дни е 14,1%, средната стойност на оценената грешка в извадката е 14,0%.

01 Изчисляване честотите на часове на миризма

Проверява се дали наличието на час на миризма е правилно идентифицирано и дали оценката на грешката в извадката за честотата на миризмата е правилна.

Подобно на проверка 00, е приложена зона на изчисление от $200 \times 200 \text{ m}^2$ с една вертикална клетка с размер 200 m. Изчислението обхваща 10 дни с емисии само в последния час на първия ден. Прилагат се периодични гранични условия, така че нито една частица да не може да напусне изчислителната решетка. Турбулентността е постоянна във времето и пространството. Концентрацията трябва да бъде еднаква във всички клетки на решетката и отклоненията чисто случайни.

Емисиите са определени така, че средната концентрация трябва да бъде $0,25 \text{ OU/m}^3$, което означава, че има 50% вероятност за час на миризма. За да се проследи освен средната честота на миризмата също и средната концентрация, веществото хх със същата емисия се определя заедно с ароматизиращото вещество. В допълнение към 10-те средно дневни се отчита времевата серия от концентрация и честота на часовете на миризма за 10 рецепторни точки. Тук честотата (наличие на час с миризма) се основава на простото заключение да/не.

Изчислителна решетка: $1000 \times 1000 \times 200 \text{ m}^3$, разделена на $50 \times 50 \times 1$ клетки; периодични гранични условия.

Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a=0.2$, $\sigma_a=270$, $z_0=0.5$, и $"Blm=0.1; Su=1.2; Sv=1.0; Sw=0.65; Tau=10; Us=0.2;"$; времевая серия от 10 дни.

Източник: Обемен източник, простиращ се по цялата изчислителна решетка; емисии само в последния час на първия ден; „Groups=36;Rate=0.01;“, което означава, че всяка клетка съдържа 10 частици; общата емисия е 2000kOU (съответно 2000kg), и средната концентрация 0.25 OU/m^3 .

Средно дневна стойност на концентрация:

N	Средна	Наблюдавана	Оценена
1	0.005220	5.50	5.96
2	0.250021	0.90	0.83
3	0.250023	1.04	0.82
4	0.250019	0.93	0.84

5	0.250022	0.84	0.82
6	0.250021	0.73	0.82
7	0.250025	0.68	0.82
8	0.250023	0.80	0.83
9	0.250020	0.79	0.82
10	0.250020	0.88	0.82

Оценката, показана в таблицата, изброява за всеки ден N моделираната Средна стойност, реалната

грешка в извадката, получена от изменението на концентрациите в 50 × 50 клетки на решетката (колона Наблюдавана, в проценти), и грешката в извадката, изчислена от програма за всяка клетка на решетката (колона Оценена, квадратично средно за всички клетки, в проценти). Имайки предвид точността до 4 знаменателни места след десетичната запетая за числата в резултатите, изчислената средна стойност е точно очакваната 0.25 OU/m³. Медианата на реалната грешка в извадката за всичките приложени 9 дни е 0.84%, средно оценената грешка в извадката е 0.82%.

Времева серия на стойностите на концентрация:

P	Средна	Наблюдавана	Таблицата изброява оценката на времева серия за концентрация в 10-те рецепторни точки (колона P) по отношение на дни от 2 до 10. Колона Средна съдържа средната концентрация за 9-те дни, колона Наблюдавана - наблюдавана грешка в извадката за средната часова стойност. Последната трябва да бъде с коефициент $\sqrt{24}=4.9$ по-голяма от грешката в извадката при средно дневно, т.е. около 4.1%. Наблюдаваната стойност е 4,0% (медиана).
1:	0.25097	4.395	
2:	0.25014	3.998	
3:	0.24983	3.910	
4:	0.25099	4.233	
5:	0.25013	4.275	
6:	0.24879	3.983	
7:	0.25102	4.165	
8:	0.24972	4.041	
9:	0.25064	4.146	
10:	0.25048	3.935	

Среднодневна стойност на честота на часове на миризма:

N	Средна	Наблюдавана	Оценена	Оценката, показана в таблицата, изброява за всеки ден N наблюдаваната средна средна честота на миризма (процент от часовете на деня). Реалната грешка в извадката се изчислява от изменението на честотите в 10 × 10 клетки на решетката (колона Наблюдавана, процент от часовете на деня). Това се сравнява с грешката в извадката, изчислена от програмата за всяка клетка (колона Оценена, квадратично средно за всички клетки, в проценти от часовете на деня). Средната стойност е малко под
1	0.00	0.00	0.00	
2	49.33	11.63	8.27	
3	48.83	11.38	8.30	
4	49.09	10.43	8.29	
5	48.37	10.04	8.31	
6	49.21	9.39	8.32	
7	49.54	9.11	8.24	
8	49.58	9.60	8.22	
9	48.63	8.74	8.23	
10	8.25	11.03	8.33	

теоретичната стойност от 50%. Медианата на истинската грешка в извадката за 9 приложими дни е 10,04, средната стойност на оценената грешка е 8,27.

Наблюдаваната грешка в извадката съответства на очакваното: на точно половината от един час трябва да се присвои час на миризма (честота 1). Следователно, средната стойност е 0,5, също като средното стандартно отклонение. Следователно, стандартното отклонение на дневната средна стойност трябва да бъде $0,5/\sqrt{24} = 10,2\%$. Теоретичната

стойност на грешката в извадката, изчислена от програмата, може да бъде изведена от следното: параметрите на това изчисление са избрани така, че очакваната стойност c на единична средно часова c е равна на прага за оценка $c_{BS} = 0,25 \text{ OU/m}^3$. Единичните стойности се разпръскват около тази средна стойност със стандартно отклонение σ , което възлиза на около 4% от средната стойност, както е показано по-рано. По този начин може да се предположи приблизително гаусско разпределение

$$g(c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left[-\frac{(c - c_{BS})^2}{2\sigma^2} \right] \quad (12)$$

$$G(c) = \int_{-\infty}^c g(c') dc' \quad (13)$$

Следната честота на часове на миризма α с отклонение v е присвоена на дадена стойност c :

$$\alpha(c) = G(c) \quad (14)$$

$$v(c) = \alpha(c)[1 - \alpha(c)] \quad (15)$$

Средната стойност на вариацията е

$$\bar{v} = \int_{-\infty}^{+\infty} v(c)g(c) dc \quad (16)$$

$$= \int_{-\infty}^{+\infty} G(c)[1 - G(c)]g(c) dc \quad (17)$$

$$= \frac{1}{6} \quad (18)$$

Интегралът може да бъде точно решен чрез частична интеграция. Стандартното отклонение на средно дневна стойност (средно над 24 единични стойности) следователно е $1/\sqrt{6} \times 24 = 0,083333$, т.е. 8,33% от часовете на деня, в много добро съответствие със стойността, изчислена от програмата.

Наблюдаваното стандартно отклонение е малко по-високо. Въпреки това, не си струва усилията да се прилагат тук статистически по-сложни методи, тъй като ефектите, разгледани в приложение G, доминират на практика (изчисления на база AKTerm или AKS). В резултат, статистическата несигурност, отчетена от програмата за честотата на миризма, не е подходяща за оценка на точността на резултата.

Времева серия на честота на часове на миризма:

P	Средна	Наблюдавана	Преброена	Таблицата изобразява оценката на
1:	50.46	50.00	50.46	времевата серия от честота на часове на
2:	50.46	50.00	50.46	миризма в 10-те рецепторни точки (колона
3:	52.31	49.95	52.31	P) за дни от 2 до 10. Колона Средна
4:	48.15	49.97	48.15	изброява средната честота за 9-те дни
5:	51.39	49.98	51.39	(медиана е 50.00% от общите часове),
6:	44.44	49.69	44.44	колона Наблюдавана изброява
7:	55.56	49.69	55.56	наблюдаваната грешка в извадката на
8:	49.54	50.00	49.54	стойностите на честота. За сравнение, в
9:	53.70	49.86	53.70	колона Преброена се посочва честотата на
10:	49.54	50.00	49.54	часовете на миризма, която се получава в
				резултат на просто преброяване на

стойностите на концентрацията $c \geq c_{B5}$ във времевата серия за вещество хх. Тя е идентична с колона Средна, тъй като часът на миризмата се определя със заключение да/не.

02 Номинални честоти на часове на миризма

Правилното изчисление на номиналната честота на часове на миризмата се проверява за случая, когато се прилагат няколко класове ароматизанти с различни коефициенти на оценка.

Подобно на проверка 01, и тук се прилага зона за изчислителни от $200 \times 200 \text{ m}^2$ и една вертикална клетка с размер 200 m. Хоризонталният размер на клетката, обаче, е 200 m, така че решетката се състои от единична голяма клетка, за да се потискат колебанията в концентрацията и да се осигури много точна прогноза за появата на час с миризма.

Прилага се времева серия от 5 дни, миризмите се излъчват само през 12-ия час на всеки от дните. Използват се периодични гранични условия, така че частиците да не могат да напуснат решетката. Турбуленцията е постоянна във времето и пространството.

Освобождават се класове ароматизанти odor_100 и odor_050. Емисиите са определени така, че с всяко ново освобождаване средната концентрация на всяко вещество се увеличава с 0.13 OU/m^3 . Следователно, един ароматизатор трябва да се отделя два пъти, за да може сам да изпълни критерия за час на миризма.

Изчислителна решетка: $200 \times 200 \times 200 \text{ m}^3$, състояща се от само една клетка с периодични гранични условия.

Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a=0.2$, $\sigma_a=270$, $z_0=0.5$, и

"Blm=0.1;Su=1.2;Sv=1.0;Sw=0.65;Tau=10;Us=0.2;"; времева серия от 5 дни.

Източник: Обемен източник над цялата изчислителна решетка; емисии пред 12-я час на всеки от дните; „Groups=36;Rate=0.01;“, което означава, че всяка група съдържа една частица; общата емисия е 1040 kOU , съответното увеличаване на средната концентрация е 0.13 OU/m^3 .

Време	odor_100	odor_050	Таблицата показва времето на освобождаване (формат <i>day.hour</i>) и силата на емисии на двата класа ароматизант в OU/s.
0.12	288.9	0.0	
1.12	0.0	288.9	
2.12	0.0	288.9	
3.12	288.9	0.0	
4.12	0.0	0.0	

Това дава следните средни часови концентрации (OU/m³) през симулационния период от 5 дни:

Интервал от време	odor_100	odor_050	odor
0.01 – 0.11	0.000	0.000	0.000
0.12	0.065	0.000	0.065
0.13 – 1.11	0.130	0.000	0.130
1.12	0.130	0.065	0.195
1.13 – 2.11	0.130	0.130	0.260
2.12	0.130	0.195	0.325
2.13 – 3.11	0.130	0.260	0.390
3.12	0.195	0.260	0.455
3.13 – 4.24	0.260	0.260	0.520

Получените честоти на часове на миризма за всеки от 5-те дни са (%):

Ден	odor_100	odor_050	odor
0	0	0	0
1	0	0	50
2	0	50	100
3	50	100	100
4	100	100	100
Средно	30	50	70

Това дава следната номинална честота на часовете на миризма r_b (IGb в%):

$$r_b = 0.70 \frac{1.0 \times 30 + 0.5 \times (70 - 30)}{30 + (70 - 30)} = 0.5 \quad (19)$$

$$IG_b = 50.0 \quad (20)$$

В съответствие с тези теоретични съображения, изчислението на дисперсията дава:

ODOR	J00	70.0	%
ODOR_050	J00	50.0	%
ODOR_100	J00	30.0	%
ODOR_MOD	J00	50.0	%

11 Тест за хомогенност: хомогенна турбулентност, постоянна времева стъпка

В отсъствието на външни сили, след освобождаване на определено количество вещество трябва да се развие пространствено хомогенно разпределение на концентрацията в затворена изчислителна решетка.

K	Cmin	C	Cmax	Изчислителна решетка: 1000×1000×200 m ³ , разделена на 1×1×20 клетки (постоянно разстояние във вертикал); периодични гранични условия.
1	455.4	474.4	493.4	
2	459.4	476.6	493.8	
3	462.0	478.3	494.6	
4	475.1	489.8	504.5	Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a=0.2$, $z_0=0.08$, и "Blm=0.1;Su=0.5;Sv=0.5;Sw=0.5;Tau=2;Us=0.2;" времева серия от 10 дни.
5	479.6	494.4	509.2	
6	475.6	489.3	503.0	
7	471.1	483.7	496.3	
8	475.9	487.6	499.3	Източник: Обемен източник простиращ се върху цялата изчислителна решетка; освобождаване само през първия час на първия ден; "Groups=36;Rate=0.1;", предполага по 10 частици на група; общата емисия е 100 kg, и следователно средната концентрация, е 500 µg/m ³ .
9	488.1	500.1	512.1	
10	494.7	507.9	521.1	
11	495.9	509.1	522.3	
12	498.0	511.3	524.6	Таблицата показва вертикалния профил (индекс K) на концентрацията (колона C) за 10-ия ден. От грешката в извадката, изчислена от програмата, която тук варира между 1% и 2%, се формират долната граница (колона Cmin) и горната граница (колона Cmax) на 95-процентовия доверителен интервал. Средно статистически се очаква, че правилната стойност на концентрацията $c = 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ще се окаже извън дадения доверителен интервал само в 1 от 20 случая. При това изчисление тя е извън интервала на доверие в 7 случая.
13	496.7	510.0	523.3	
14	493.7	506.9	520.1	
15	496.8	510.1	523.4	
16	492.7	506.9	521.1	
17	502.6	517.1	531.6	
18	498.3	513.7	529.1	
19	500.4	518.0	535.6	
20	494.8	515.4	536.0	

Таблицата показва вертикалния профил (индекс K) на концентрацията (колона C) за 10-ия ден. От грешката в извадката, изчислена от програмата, която тук варира между 1% и 2%, се формират долната граница (колона Cmin) и горната граница (колона Cmax) на 95-процентовия доверителен интервал. Средно статистически се очаква, че правилната стойност на концентрацията $c = 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ще се окаже извън дадения доверителен интервал само в 1 от 20 случая. При това изчисление тя е извън интервала на доверие в 7 случая.

Строго погледнато, това очакване само за един от 20 случая не е напълно правилно: разглежданите 20 концентрации се дължат на едни и същи частици, така че те не са статистически независими. Този факт е забележим при тези тестове.

12 Тест за хомогенност: хомогенна турбулентност, променлива времева стъпка

Това изчисление не може да се извърши с *AUSTAL*, тъй като стъпката във времето не е изрично определена. В случай на хомогенна турбулентност, програмата избира постоянна стъпка във времето.

13 Тест за хомогенност: нехомогенна турбулентност, постоянна времева стъпка

Както тест 11, но с нехомогенна турбулентност.

K	Cmin	C	Cmax	Изчислителна решетка: 1000×1000×200m ³ , разделена на 1 × 1 × 20 клетки (постоянно разстояние във вертикал); периодични гранични условия.
1	464.5	485.9	507.3	
2	459.0	477.1	495.2	
3	467.0	483.4	499.8	
4	477.7	493.5	509.3	Метеорология: Нехомогенна турбулентност с $u_a=0.2$, $z_0=0.08$, $h_a=1$ и „Blm=0.7;Su=0.5;Sv=0.5;Sw=0.5;Tau=2;Us=0.8;” времева серия от 10 дни.
5	479.8	493.6	507.4	
6	472.9	486.5	500.1	
7	469.6	482.1	494.6	Източник: Обемен източник, простиращ се върху цялата изчислителна решетка; освобождаване само през първия час на първия ден; „Groups=36;Rate=0.1;”, предполага по 10 частици на група; общата емисия е 100 kg, и следователно средната концентрация, е 500 µg/m ³ .
8	479.0	491.8	504.6	
9	486.6	499.6	512.6	
10	489.8	503.9	518.0	Таблицата показва вертикалния профил (индекс K) на концентрацията (колона C) за 10-ия ден. От грешката в извадката, изчислена от програмата, която тук варира между 1% и 3%, се формират долната граница (колона Cmin) и горната граница (колона Cmax) на 95-процентовия
11	493.9	508.1	522.3	
12	489.8	505.0	520.1	
13	471.9	488.5	505.1	
14	477.4	494.2	511.0	
15	481.3	498.2	515.1	
16	490.6	508.9	527.2	
17	494.0	513.5	533.0	
18	500.9	521.8	542.7	
19	506.3	529.6	552.9	
20	505.6	535.6	565.6	

доверителен интервал. Средно статистически се очаква, че правилната стойност на концентрацията $c = 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ще се окаже извън дадения интервал на доверие в 1 от 20 случая (виж бележката в тест 11). Всъщност, тук 6 случая попадат извън доверителния интервал.

14 Тест за хомогенност: нехомогенна турбулентност, променлива времева стъпка

Както тест 11, но с нехомогенна турбулентност и променлива времева стъпка.

K	Cmin	C	Cmax	Изчислителна решетка: 1000×1000×200m ³ , разделена на 1 × 1 × 20 клетки (постоянно разстояние във вертикал); периодични гранични условия.
1	500.1	509.3	518.5	Метеорология: Нехомогенна турбулентност с $u_a=0.2$, $z_0=0.08$, $h_a=1$, и $"Blm=0.7; Su=0.5; Sv=0.5; Sw=0.25; Us=0.8;"$ времева серия от 10 дни.
2	498.0	505.1	512.2	
3	496.5	502.5	508.5	
4	493.3	499.3	505.3	
5	493.9	499.9	505.9	Източник: Обемен източник, простиращ се върху цялата изчислителна решетка; освобождаване само през първия час на първия ден; "Groups=36;Rate=0.1;", предполага по 10 частици на група; общата емисия е 100 kg, и следователно средната концентрация е 500 µg/m ³ . Времевата стъпка, избрана от програмата, варира между 3,2 секунди близо до земята и 20 секунди в горната част на изчислителната решетка. Таблицата показва вертикалния профил (индекс K) на концентрацията за 10-ия ден (колона C). От грешката в извадката, докладвана от програмата, която тук е около 1%, се формират долната граница (колона Cmin) и горна граница (колона Cmax) на 95-процентовия доверителен интервал. В статистически план се очаква, че правилната стойност на концентрацията $c = 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ще се окаже извън дадения интервал на доверие само в 1 от 20 случая (виж бележката в тест 11). Тук, 5 случая попадат извън доверителния интервал.
6	496.1	502.1	508.1	
7	496.7	502.7	508.7	
8	499.6	505.7	511.8	
9	496.0	503.0	510.0	
10	492.3	499.3	506.3	
11	489.4	496.3	503.2	
12	488.8	495.7	502.6	
13	489.4	496.3	503.2	
14	486.1	493.0	499.9	
15	483.2	491.1	499.0	
16	485.2	493.1	501.0	
17	481.5	490.3	499.1	
18	489.2	498.2	507.2	
19	503.5	512.7	521.9	
20	494.1	505.2	516.3	

програмата, която тук е около 1%, се формират долната граница (колона Cmin) и горна граница (колона Cmax) на 95-процентовия доверителен интервал. В статистически план се очаква, че правилната стойност на концентрацията $c = 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ще се окаже извън дадения интервал на доверие само в 1 от 20 случая (виж бележката в тест 11). Тук, 5 случая попадат извън доверителния интервал.

21 Тест за отлагане: отлагане, без утаяване

Сухото отлагане се определя от параметъра за скорост на отлагане v_d (коефициент на пропорционалност между потока на отлагане и концентрацията при земята, виж насока VDI 3782, част 5). Това не е непосредствен параметър на алгоритъма, тъй като се прилага вероятност за отлагане p_d . Следователно, трябва да се провери дали за дадена v_d вероятността p_d е изчислена така, че отлагането да приеме правилната си стойност.

Намаляването на концентрацията близо до земята, причинено от отлагането, затруднява определянето на правилната концентрация в близост до земята и по този начин може да повлияе на резултата. Изследван е стационарен процес, при който източник на голяма надморска височина излъчва непрекъснато и веществата се разпръскват към земята чрез област на хомогенна турбулентност и след това се отлагат там. В стационарно състояние се отлага такова количество, колкото се освобождава от източника, и от получената в резултат на това концентрация може да се заключи за правилната трактовка на отлагането.

Разглежда се само вертикалната дифузия. Разпределението на концентрацията $c(z)$ на вещество със скорост на утаяване v_s и скорост на отлагане v_d удовлетворява диференциалното уравнение в случай на дифузия в спокойна среда с коефициент на дифузия K :

$$-v_s \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial c}{\partial z} \right) \quad (21)$$

Решението на константата K се чете

$$c(z) = c_0 \exp \left(-z \frac{v_s}{K} \right) + \frac{F_c}{v_s} \left[1 - \exp \left(-z \frac{v_s}{K} \right) \right] \quad (22)$$

Тук, c_0 е концентрацията при земята, а F_c е плътността на масовия поток, приложена от източника, която е равна на плътността на масовия поток на отлагане на земята, $F_c = c_0 v_d$. Без утаяване се получава

$$c(z) = F_c \left(\frac{1}{v_d} + \frac{z}{K} \right) \text{ für } v_s \rightarrow 0 \quad (23)$$

K	Cmin	C	Cmax	Cспес	Изчислителна решетка: 1000×1000×200m ³ , разделена на 1 × 1 × 20 клетки (постоянно разстояние във вертикал); периодични гранични условия.
1	13.9	14.8	15.8	15.0	Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a=0.2$, $z_0=0.08$, и "Blm=0.1;Sw=0.50;Tau=2;Vd=0.1;Us=0.2;"; времева серия от 10 дни.
2	23.4	25.0	26.6	25.0	
3	32.7	34.9	37.0	35.0	
4	42.6	45.3	47.9	45.0	
5	51.7	54.6	57.6	55.0	
6	60.2	63.4	66.6	65.0	Източник: Зона на източник на 200m надморска височина; постоянно излъчване с 1g/s и "Rate=0.01;" , което предполага емитирани 864 частици на ден.
7	71.5	74.9	78.4	75.0	
8	82.6	86.2	89.8	85.0	
9	93.9	97.6	101.3	95.0	
10	103.4	107.3	111.2	105.0	
11	112.8	116.8	120.8	115.0	Таблицата съдържа вертикалния профил (индекс K) на концентрацията (колона C) за 10- ия ден. От отчетената грешка в извадката, която е между 1% и 3%, се формират долната граница (колона Cmin) и горна граница (колона Cmax) на 95-процентовия доверителен интервал. Колоната Cспес съдържа теоретичните стойности съгласно уравнение (23) с $F_c = 1 \mu\text{gm}^{-2}\text{s}^{-1}$, $v_d = 0.1 \text{ms}^{-1}$, $K = 1 \text{m}^2\text{s}^{-1}$. Всички стойности са в рамките на доверителния интервал.
12	123.6	127.7	131.8	125.0	
13	133.1	137.2	141.3	135.0	
14	144.0	148.5	153.0	145.0	
15	154.3	158.7	163.1	155.0	
16	161.5	166.2	170.9	165.0	
17	169.7	174.6	179.5	175.0	
18	179.6	185.2	190.8	185.0	
19	189.2	195.0	200.8	195.0	
20	199.8	206.8	213.8	205.0	

95-процентовия доверителен интервал. Колоната Cспес съдържа теоретичните стойности съгласно уравнение (23) с $F_c = 1 \mu\text{gm}^{-2}\text{s}^{-1}$, $v_d = 0.1 \text{ms}^{-1}$, $K = 1 \text{m}^2\text{s}^{-1}$. Всички стойности са в рамките на доверителния интервал.

22a Тест за отлагане: утаяване, без отлагане

За частици, обект на гравитационно утаяване, но без отлагане, се разработва профил на експоненциална плътност (подобно на формулата за височина на барометричната височина), както е описано от уравнение (22) за $F_c = 0$.

K	Cmin	C	Cmax	Cspec	Изчислителна решетка: 1000×1000×200m³, разделена на 1 × 1 × 20 клетки (постоянно разстояние във вертикал); периодични гранични условия. Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a = 0,2$, $z_0 = 0,08$ и "Blm = 0,1, Sw = 0,50, Tau = 2, Vs = 0,01, Us = 0,2;", времева серия от 10 дни. Източник: Обемен източник, простиращ се върху цялата изчислителна решетка; излъчване само през първия час на първия ден; "Groups=36;Rate=0.1;"; което предполага по 10 частици на група. Таблицата показва вертикалния профил (индекс K) на концентрацията (колона C) за 10-ия ден. От отчетената от програмата грешка в извадката, която е между 1% и 3%, се формират долната граница (колона Cmin) и горна граница (колона Cmax) на 95-процентовия доверителен интервал. Колоната Cspec съдържа очакваните стойности съгласно уравнение (22) с $F_c = 0 \mu\text{gm}^{-2}\text{s}^{-1}$, $v_s = 0.01\text{ms}^{-1}$, $K = 1\text{m}^2\text{s}^{-1}$. Има три стойности извън доверителния интервал.
1	1040.2	1068.0	1095.8	1100.6	
2	945.3	966.6	987.9	995.8	
3	867.4	885.1	902.8	901.1	
4	790.7	806.8	822.9	815.3	
5	711.0	725.5	740.0	737.7	
6	646.3	659.5	672.7	667.5	
7	596.7	608.9	621.1	604.0	
8	543.6	557.0	570.4	546.5	
9	493.1	506.3	519.5	494.5	
10	447.7	460.6	473.5	447.5	
11	398.0	410.3	422.6	404.9	
12	359.0	370.9	382.8	366.3	
13	326.9	338.4	349.9	331.5	
14	296.3	307.4	318.5	299.9	
15	269.0	279.6	290.2	271.4	
16	240.1	251.1	262.1	245.6	
17	216.6	227.0	237.4	222.2	
18	199.5	210.4	221.3	201.1	
19	179.8	191.3	202.8	181.9	
20	158.5	170.1	181.7	164.6	

22b Тест за отлагане: отлагане с утаяване

Уравнение (22) дава за $v_d = v_s$ постоянно разпределение на концентрацията. За сила на емисията $1\mu\text{gm}^{-2}\text{s}^{-1}$ и $v_d = 0.05\text{ms}^{-1}$, стойността на концентрацията е $20\mu\text{g}/\text{m}^3$.

K	Cmin	C	Cmax	Cspec
1	19.1	20.0	20.9	20.0
2	19.0	20.1	21.2	20.0
3	19.3	20.5	21.7	20.0
4	19.7	20.9	22.2	20.0
5	19.3	20.6	21.8	20.0
6	18.7	20.0	21.3	20.0
7	18.8	20.1	21.3	20.0
8	18.8	20.0	21.3	20.0
9	18.8	20.1	21.5	20.0
10	18.8	20.0	21.3	20.0
11	18.9	20.1	21.4	20.0
12	18.9	20.1	21.4	20.0
13	18.3	19.5	20.7	20.0
14	18.9	20.1	21.4	20.0
15	18.8	20.0	21.2	20.0
16	19.1	20.3	21.5	20.0
17	19.2	20.4	21.6	20.0
18	19.1	20.3	21.4	20.0
19	19.0	20.2	21.4	20.0
20	18.9	20.1	21.2	20.0

Изчислителна решетка: $1000 \times 1000 \times 200\text{m}^3$, разделена на $1 \times 1 \times 20$ клетки (постоянно разстояние във вертикал); периодични гранични условия.

Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a = 0,2$, $z_0 = 0,08$ и "Blm = 0,1, Sw = 0,50, Tau = 2, Vs = 0,01, Us = 0,2;" , времева серия от 10 дни.

Източник: Зона на източник на 200m надморска височина; постоянно излъчване с 1g/s и "Rate=0.01;" , което предполага емитирани 864 частици на ден.

Таблицата показва вертикалния профил (индекс K) на концентрацията (колона C) за 10-ия ден. От отчетената от програмата грешка в извадката, която тук е между 2% и 4%, се формират долната граница (колона Cmin) и горна граница (колона Cmax) на 95-процентовия доверителен интервал. Колоната Cspec съдържа очаквана стойност $20\mu\text{g}/\text{m}^3$. Тук всички

стойности са в интервала на доверие.

23 Тест за отлагане: мокро отлагане

В случай на мокро отлагане, малка част от транспортираните частици ще се отмива по цялата височина на струята и ще се отложи върху земята в решетката вертикално отдолу. Вероятността на отмиване A зависи от вида на веществото (параметри κ и Λ_0) и скоростта на утаяване I .

$$A = \Lambda_0 I^\kappa \quad (24)$$

Плътноста на масовия поток на мокрото отлагане S е пропорционална на вертикалния интеграл спрямо концентрацията c :

$$S(x, y) = A \int_0^\infty c(x, y, z) dz \quad (25)$$

При този тест, теоретичната стойност, получена от уравнение (25), се сравнява със стойността, посочена от програмата.

Изчислителна решетка: $25 \times 5 \times 1$ клетки. Размерът на решетката е 50m, височината H на най-ниския (и единствен) слой е 250m. Тъй като тази височина не се достига от струята, отчетената стойност на концентрацията е средната стойност за най-ниските 250 метра.

Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a = 2$, $z_0 = 0.8$ и "Blm = 0.1, Rate = 0.1, Us = 0.2, Su = 0.50, Sv = 0.50, Sw = 0.50, Tau = 2;", времева серия от 1 ден с константна скорост на утаяване $I = 10 \text{ mm/h}$.

Източник: точков източник на височина 105m с постоянна емисия.

Параметри на веществото: "Vd=0.01;Wf=1.e-4;We=0.8;"

Коефициентът на преобразуване F от средна концентрация в мокро отлагане е

$$F = H \times A = 250 \times 10^{-4} \times 10^{0.8}$$

I	Cmin	C	Cmax	Wmin	W	Wmax
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	265.9	267.5	269.1	266.0	267.6	269.2
3	519.3	522.4	525.5	519.3	522.4	525.5
4	404.0	408.9	413.8	404.0	408.9	413.8
5	314.1	319.2	324.3	314.0	319.1	324.2
6	257.5	263.3	269.1	257.4	263.2	269.0
7	220.5	226.0	231.4	220.6	226.0	231.4
8	194.6	199.8	205.0	194.6	199.8	205.0
9	173.7	178.7	183.7	173.6	178.6	183.6
10	156.7	161.5	166.3	156.7	161.5	166.3
11	146.5	151.0	155.5	146.4	150.9	155.4
12	136.8	141.1	145.3	136.9	141.1	145.3
13	127.1	131.3	135.5	127.1	131.3	135.5
14	116.9	121.1	125.2	117.0	121.1	125.2
15	109.3	113.3	117.4	109.2	113.3	117.4
16	102.2	106.2	110.2	102.2	106.2	110.2
17	97.1	100.9	104.8	97.1	100.9	104.7
18	94.5	98.3	102.0	94.5	98.3	102.0
19	89.7	93.4	97.1	89.7	93.4	97.1
20	85.0	88.5	92.1	85.0	88.5	92.1
21	81.5	84.9	88.3	81.5	84.9	88.3
22	77.3	80.7	84.1	77.3	80.7	84.1
23	73.5	76.9	80.3	73.5	76.9	80.3
24	70.4	73.7	76.9	70.4	73.7	76.9
25	68.6	71.8	74.9	68.6	71.8	74.9

Горният списък в лявата половина показва средна концентрация по оста на струята умножена по F и определеното мокро отлагане - в дясната половина. Тъй като и двете променливи имат една и съща грешка в извадката, стойностите са идентични, с изключение на неточности при закръгляване.

31 Тест на теоремата на Тейлър

В случай на хомогенна турбулентност с колебания на скоростта $\sigma_{u,v,w}$ и времена на корелация на Лагранж $T_{u,v,w}$ за трите координатни направления (x, y, z), теоремата на Тейлър (виж напр. Seinfeld³⁷) води следното разпростиране на начален облак от частици с големина като точка:

$$\sigma_{x,y,z}^2(t) = 2T_{u,v,w}^2 \sigma_{u,v,w}^2 \left[t/T_{u,v,w} - 1 + \exp(-t/T_{u,v,w}) \right] \quad (26)$$

За да се тества това отношение за типичните стойности на $\sigma_{u,v,w}$ и $T_{u,v,w}$, разпределението на концентрацията трябва да се изследва във времева скала от секунди. Това не е възможно с AUSTAL, тъй като разпределението на концентрацията е средно за период от поне един ден. Следователно, трябва да се изберат стойности на турбулентност, които дават времева константа от порядъка на дни.

Изчислителна решетка: 1220 × 1220 × 410 m³, разделена на 61 × 61 × 41 клетки (постоянно разстояние във вертикал).

Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a=0$, $z_0=2$ и "Blm=0.1; $U_s=0.0001$; $S_u=0.8e-4$; $S_v=0.6e-4$; $S_w=0.4e-4$; $\tau=1800$ ";; времева серия от 10 дни.

Източник: Точков източник в центъра на изчислителната решетка; емитират се 3600 частици през първия час на първия ден ("Rate=1;").

Разпростиранто на облака от частици се определя от втория момент на разпределението на концентрацията $c(x,y,z)$, например

$$\sigma_x^2 = \frac{\int (x - \bar{x})^2 c(x, y, z) dx dy dz}{\int c(x, y, z) dx dy dz} \quad (27)$$

N	Sx	sx	Sy	sy	Sz	sz
1	6.7	3.3	6.0	2.5	3.3	1.6
2	13.0	10.1	10.4	7.6	6.1	4.6
3	19.0	16.8	15.0	12.6	8.4	7.3
4	25.0	23.5	19.6	17.6	10.5	9.6
5	31.4	30.0	24.0	22.5	12.6	11.8
6	37.6	36.4	28.7	27.3	14.4	13.7
7	44.0	42.8	33.4	32.1	16.0	15.4
8	50.2	49.1	38.0	36.8	17.4	17.0
9	56.5	55.2	42.5	41.4	18.9	18.6
10	62.6	61.3	47.0	46.0	20.2	20.0
11	68.8	67.4	51.6	50.5	21.5	21.3
12	74.7	73.3	55.8	55.0	22.6	22.5
13	80.7	79.2	60.2	59.4	23.7	23.7
14	86.5	84.9	64.4	63.7	24.8	24.9
15	92.4	90.6	68.7	68.0	25.9	25.9
16	98.3	96.3	72.8	72.2	26.9	27.0

³⁷ J.H.Seinfeld, S.N.Pandis: Атмосферна химия и физика. Ню Йорк: John Wiley & Sons 1998, страница 891.

17	103.9	101.9	76.7	76.4	27.8	28.0
18	109.4	107.3	81.0	80.5	28.8	29.0
19	115.1	112.8	84.9	84.6	29.6	29.9
20	120.6	118.1	88.6	88.6	30.6	30.8
21	126.2	123.4	92.7	92.6	31.5	31.7
22	131.4	128.7	96.7	96.5	32.3	32.6
23	136.8	133.8	100.5	100.4	33.2	33.4
24	142.0	138.9	104.4	104.2	33.9	34.2
25	147.0	144.0	108.1	108.0	34.7	35.0
26	152.2	149.0	112.1	111.7	35.3	35.8
27	157.3	153.9	115.7	115.4	36.0	36.6
28	162.5	158.7	119.2	119.1	36.7	37.3
29	167.4	163.6	123.0	122.7	37.5	38.0
30	172.2	168.3	126.6	126.2	38.1	38.8

Горната таблица съдържа за всеки ден N моделираните стойности S_x , S_y , S_z и теоретичните стойности s_x , s_y , s_z , съгласно уравнение (26). Отклоненията в началото се дължат основно на ограничения размер на клетката (20m хоризонтално, 10m вертикално).

41 Тест на профилите на Берлянд

Уравнението на дифузиите

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} + w \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial c}{\partial z} \right) \quad (28)$$

се анализира за следния специален случай:

- Дисперсията е неподвижна.
- Вятърът е само в x-посока.
- Коефициентите на дифузия са само функция на z.
- Дифузията в x-посока се пренебрегва.
- Уравнението е интегрирано над координатата y.

За $c_y = \int c \, dy$ се получава следното

$$u \frac{\partial c_y}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial c_y}{\partial z} \right) \quad (29)$$

За случая на точков източник (силата на източника Q) при $x = 0$ и $z = H$, закон на мощността за профила на вятъра,

$$u(z) = u_H (z/H)^n, \quad (30)$$

линейно се увеличава K_{zz} ,

$$K_{zz}(z) = K' z, \quad (31)$$

и при липса на отлагане,

$$K_{zz} \frac{\partial c}{\partial z} = 0 \text{ bei } z = 0, \quad (32)$$

уравнение (29) може да бъде решено точно:³⁸

$$\frac{Hu_H}{Q} c_y(x, z) = \frac{1+n}{\xi} \exp\left(-\frac{1+\zeta^{1+n}}{\xi}\right) I_0\left(2\frac{\zeta^{(1+n)/2}}{\xi}\right)$$

$$\text{mit } \xi = x \frac{(1+n)^2 K'}{Hu_H}$$

$$\zeta = z/H \quad (33)$$

Тук, I_0 е модифицирана функция на Bessel.³⁹ Със стойностите на параметъра

n	0.3
H	100
	m
u_H	6
	m/s
K'	0.1
	m/s

се получава струя с максимална концентрация близо до земята на разстояние $x = 3550\text{m}$. Ако в модела на Лагранж параметрите $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ и T_u, T_v, T_w са избрани така, че коефициентът на дифузия, описан по-горе, да се възпроизведе и времето на пътуване на частиците е голямо по отношение на времената на корелация на Лагранж, тогава моделът трябва да възпроизвежда точно тази струя.

Изчислителна решетка: $5000 \times 150 \times 800 \text{ m}^3$, разделена на $100 \times 3 \times 80$ клетки (постоянно разстояние във вертикал).

Метеорология: Профил с $u_a=6, z_0=2.5, h_a=100$, и $"Blm=0.5; U_s=1.0; S_u=1.e-6; S_v=1.e-6; S_w=2.0; \tau=2;"$; времева серия от 1 ден.

Източник: Точков източник при $(75, 75, 100)$; 360000 частици се емитират в първия час на деня ($"Rate=100;"$) и сила на емисиите 24g/s ;⁴⁰ Следователно, средната сила на емисиите за деня е 1g/s .

³⁸ М. Е. Берлянд. *Moderne Probleme der atmosphärischen Diffusion und der Verschmutzung der Atmosphäre* (съвременни проблеми на атмосферната дифузия и замърсяването в атмосферата). Akademie-Verlag, Берлин, 1982 г.

³⁹ W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling: *Numerical Recipes in C*. Cambridge University Press 1989.

⁴⁰ Всъщност се използва сила на емисиите от 1200 g/s . Тъй като това е твърде висок фактор 50, концентрацията за вертикалния слой $y = 75$ директно води до стойността на c_y , която в този случай се получава от умножение на c с размер на клетката 50m .

Тъй като хоризонталната дисперсия, перпендикулярна на посоката на вятъра, се потиска, само слой $50 \leq y \leq 100$ съдържа стойности на концентрацията различни от нула. Следващите таблици изброяват вертикалните профили на концентрация до височина 400 m за разстояния на източника от 500m, 1000m, 2000m и 4000m. От отчетената от програмата грешка в извадката, която близо до максималната концентрация е между 0,3% и 0,6%, се формират долната граница (колона $C_{\min}$) и горната граница (колона $C_{\max}$) на 95-процентовия доверителен интервал. Колона $C_{\text{спес}}$ изброява теоретичната стойност според уравнение (33).

Значителни отклонения се наблюдават само близо до земята. Това вероятно се дължи на типа на профила на вятъра със силна промяна близо до земята, която не може да бъде описана правилно чрез линейна интерполация.

X = 500:

Z	Cmin	C	Cmax	Csoll
5	38.8	43.2	47.5	25.5
15	92.8	98.1	103.4	88.4
25	215.2	221.9	228.6	214.0
35	395.5	402.7	409.9	411.0
45	641.0	650.1	659.2	669.6
55	937.5	948.9	960.3	960.4
65	1208.8	1221.0	1233.2	1241.7
75	1444.4	1456.0	1467.6	1470.8
85	1599.1	1612.0	1624.9	1615.1
95	1643.7	1657.0	1670.3	1659.1
105	1605.1	1618.0	1630.9	1605.4
115	1494.9	1507.0	1519.1	1471.7
125	1298.5	1309.0	1319.5	1284.2
135	1082.1	1093.0	1103.9	1070.7
145	853.5	863.9	874.3	855.8
155	653.2	659.8	666.4	657.6
165	476.5	483.3	490.1	487.0
175	338.1	345.0	351.9	348.4
185	230.3	234.5	238.7	241.1
195	154.0	157.8	161.6	161.8
205	95.3	98.5	101.6	105.4
215	60.0	62.3	64.7	66.8
225	35.5	37.7	39.9	41.1
235	21.0	22.4	23.9	24.7
245	11.7	12.8	13.9	14.5
255	6.2	6.9	7.7	8.3
265	3.2	3.8	4.4	4.6
275	1.7	2.1	2.5	2.5
285	0.7	0.9	1.1	1.4
295	0.4	0.6	0.8	0.7
305	0.2	0.4	0.6	0.4
315	0.0	0.1	0.2	0.2
325	-0.0	0.0	0.1	0.1
335	-0.0	0.0	0.0	0.0
345	-0.0	0.0	0.1	0.0
355	-0.0	0.0	0.1	0.0
365	-0.0	0.0	0.0	0.0
375	0.0	0.0	0.0	0.0
385	0.0	0.0	0.0	0.0
395	0.0	0.0	0.0	0.0

X = 1000:

Z	Cmin	C	Cmax	Csoll
5	298.7	312.4	326.1	261.7
15	405.6	414.7	423.8	391.0
25	535.7	545.5	555.3	546.6
35	692.9	704.2	715.5	709.2
45	838.9	850.8	862.7	863.5
55	974.3	988.1	1001.9	997.0
65	1078.3	1087.0	1095.7	1100.3
75	1149.0	1163.0	1177.0	1167.6
85	1177.1	1189.0	1200.9	1196.9
95	1185.4	1195.0	1204.6	1189.9
105	1153.3	1165.0	1176.7	1150.4
115	1081.1	1092.0	1102.9	1084.3
125	1008.8	1019.0	1029.2	998.5
135	894.0	903.0	912.0	899.8
145	786.3	794.2	802.1	794.7
155	693.8	702.2	710.6	688.8
165	582.5	590.8	599.1	586.5
175	488.3	496.2	504.1	491.1
185	406.7	413.3	419.9	404.8
195	324.8	330.8	336.8	328.6
205	255.5	261.2	266.9	263.0
215	197.2	202.1	207.0	207.6
225	156.0	159.8	163.6	161.8
235	117.4	121.3	125.2	124.5
245	86.5	89.7	92.9	94.6
255	67.3	69.8	72.3	71.1
265	47.4	49.2	50.9	52.8
275	35.3	37.3	39.3	38.8
285	25.2	26.5	27.8	28.2
295	18.1	19.3	20.6	20.3
305	12.4	13.4	14.3	14.5
315	8.9	9.8	10.7	10.2
325	5.3	5.9	6.5	7.2
335	3.7	4.3	4.8	5.0
345	3.1	3.5	3.9	3.4
355	1.7	2.1	2.5	2.3
365	1.1	1.4	1.7	1.6
375	0.6	0.9	1.1	1.1
385	0.4	0.6	0.8	0.7
395	0.2	0.3	0.5	0.5

X = 2000:

Z	Cmin	C	Cmax	Csoll
5	690.7	712.1	733.5	669.6
15	735.4	750.4	765.4	720.9
25	779.7	794.0	808.3	773.9
35	825.0	833.3	841.6	820.9
45	849.0	864.6	880.2	858.1
55	873.4	887.6	901.8	883.5
65	884.4	893.3	902.2	896.5
75	883.3	894.0	904.7	897.0
85	874.4	885.0	895.6	886.0
95	851.1	861.4	871.7	864.4
105	815.9	825.8	835.7	833.8
115	781.3	790.8	800.3	795.8
125	739.6	747.1	754.6	751.8
135	696.4	704.9	713.4	703.6
145	654.9	662.9	670.9	652.7
155	598.4	605.7	613.0	600.3
165	546.4	555.3	564.2	547.7
175	488.4	496.3	504.2	496.0
185	442.9	449.2	455.5	445.8
195	391.7	398.1	404.5	398.0
205	350.9	355.9	360.9	352.9
215	309.0	314.0	319.0	310.9
225	273.1	278.1	283.1	272.3
235	234.8	238.6	242.4	237.0
245	202.4	207.0	211.6	205.1
255	172.0	175.9	179.8	176.6
265	148.7	152.4	156.1	151.2
275	127.3	130.4	133.5	128.8
285	106.4	109.5	112.6	109.1
295	89.6	92.0	94.4	92.0
305	74.2	76.5	78.8	77.3
315	61.8	64.2	66.5	64.6
325	51.8	53.8	55.9	53.7
335	42.2	43.8	45.4	44.5
345	34.2	35.9	37.6	36.7
355	28.0	29.4	30.7	30.1
365	22.4	23.7	24.9	24.6
375	18.4	19.5	20.6	20.1
385	14.9	16.0	17.1	16.3
395	11.5	12.6	13.7	13.2

X : = 4000:

Z	Cmin	C	Cmax	Csoll
5	780.3	802.8	825.3	790.0
15	782.5	796.8	811.1	784.1
25	775.6	789.8	804.0	775.6
35	754.6	766.9	779.2	764.6
45	747.7	761.4	775.1	751.0
55	733.3	743.7	754.1	735.0
65	712.6	722.7	732.8	716.8
75	688.8	698.6	708.4	696.4
85	672.1	681.6	691.1	674.1
95	642.8	651.9	661.0	650.3
105	613.9	623.9	633.9	625.1
115	597.5	604.8	612.1	598.8
125	573.1	580.1	587.1	571.6
135	540.2	547.9	555.6	543.9
145	507.6	515.9	524.2	516.0
155	476.2	483.0	489.8	487.9
165	452.5	458.9	465.3	459.9
175	431.6	438.6	445.6	432.3
185	400.8	407.3	413.8	405.2
195	376.4	381.7	387.0	378.7
205	349.8	354.8	359.8	353.0
215	326.2	332.2	338.2	328.2
225	300.3	305.8	311.3	304.3
235	275.5	279.4	283.3	281.5
245	258.4	262.6	266.8	259.7
255	229.9	234.6	239.3	239.1
265	212.4	216.7	221.0	219.6
275	200.2	204.3	208.4	201.2
285	185.1	188.5	191.9	184.0
295	166.1	170.2	174.3	167.8
305	149.3	152.3	155.3	152.8
315	136.4	140.0	143.6	138.8
325	126.0	129.4	132.8	125.9
335	110.0	112.5	115.0	113.9
345	101.0	103.1	105.2	102.9
355	89.8	92.6	95.4	92.7
365	80.9	84.0	87.0	83.4
375	72.3	75.0	77.7	75.0
385	63.8	66.0	68.3	67.2
395	57.1	59.5	61.9	60.1

51a Тест за издигане на струята (параметри v_q и t_s)

За моделиране на пика на издигането на струята, на всяка частица първоначално се задава допълнителна вертикална скорост v_0 , която след това се намалява с пропорцията t/T_s с всяка времева стъпка (дължина t), виж насока VDI3945, част 3. Това означава експоненциално разпадане с времева константа T_s . По този начин, вертикалният ход на оста на струята

$$h(x) = h_q + v_0 T_s [1 - \exp(-t/T_s)] \quad (34)$$

с време на транспорт, средно разстояние от източника $x = Vt$ (средна скорост на вятъра V) и височина на източника h_q , финалното издигане е

$$\Delta h = v_0 T_s . \quad (35)$$

Времевата константа T_s се определя чрез параметъра t_s , в този случай, допълнителната скорост v_0 се определя чрез параметъра v_q .

Изчислителна решетка: $2000 \times 60 \times 300 \text{ m}^3$, разделена на $100 \times 3 \times 30$ клетки (постоянно разстояние във вертикал).

Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a=6$, $z_0=1$, $l_m=99999$, и $B l_m=0.1$; $U_s=1$; $S_u=1.e-6$; $S_v=1.e-6$; $S_w=0.5$; $Tau=1$;"; времева серия от 1 ден.

Източник: Точков източник при (30, 30, 55); емисии се случват само през първия час на деня; среднодневната се счита за квазистационарна ситуация. Скоростта на освобождаване v_q е 2.5 m/s, времевата скала t_s 40 секунди, което води до издигане на струята от 100 m.

Таблицата съдържа наблюдаваната височина на струята Z_a за различни разстояния на източника X , изчислена като центъра на тежестта на разпространението на концентрацията и необходимата височина на струята z_a , съгласно уравнение (34). В допълнение, наблюдаваното разпръскване на струята S_z и теоретичното разпръскване sz са дадени съгласно уравнение (26).

ttfamily

X	Za	za	Sz	sz
40	70.4	70.4	5.9	3.0
80	83.7	83.3	7.0	5.5
120	94.8	94.3	8.7	7.5
160	104.2	103.7	10.2	9.3
200	112.2	111.5	11.7	10.9
240	118.9	118.2	13.0	12.3
280	124.5	123.9	14.2	13.6
320	129.3	128.6	15.4	14.7
360	133.3	132.7	16.4	15.8
400	136.7	136.1	17.3	16.8
440	139.6	139.0	18.3	17.8
480	142.0	141.5	19.2	18.7
520	144.1	143.5	20.0	19.6
560	145.8	145.3	20.8	20.4
600	147.2	146.8	21.6	21.2
640	148.5	148.1	22.3	22.0

680	149.6	149.1	23.1	22.7
720	150.4	150.0	23.8	23.5
760	151.1	150.8	24.5	24.2
800	151.7	151.4	25.1	24.8
840	152.3	152.0	25.8	25.5
880	152.7	152.4	26.4	26.1
920	153.1	152.8	27.1	26.8
960	153.4	153.2	27.7	27.4
1000	153.7	153.4	28.2	28.0
1040	154.0	153.7	28.8	28.6
1080	154.2	153.9	29.4	29.2
1120	155.3	154.1	29.9	29.7
1160	155.3	154.2	30.4	30.3
1200	155.3	154.3	31.1	30.8
1240	155.3	154.4	31.6	31.4
1280	155.3	154.5	32.1	31.9
1320	155.3	154.6	32.7	32.4
1360	155.3	154.7	33.1	32.9
1400	155.3	154.7	33.7	33.4

51b Тест за издигане на струята (вътрешен PLURIS)

Без изрично уточняване на времето за разпадане t_s , PLURIS се използва вътрешно за изчисляване на издигането на струята. Това става като се следват указанията от докладите за физика на околната среда № 10 (2019). PLURIS използва метеорологичния профил и параметрите на източника v_q , d_q , t_q , r_q , s_q и l_q (или z_q вместо r_q или s_q и l_q), за да определи вертикалния курс на оста на струята, както и крайната височина, и задава параметрите на модела v_0 и T_s , така че височината на струята в модела на дисперсията, съгласно уравнение (34), предполага асимптотично същата крайна височина и половината от крайната височина за същото време на транспортиране, както при изчислението PLURIS. В допълнение, изчислението на дисперсията определя изотропните изходни нива, които също намаляват с времевата константа T_s и водят до допълнително разширяване на

X	Za	za	Sz	sz
40	72.8	72.3	5.7	3.1
80	83.0	82.7	7.4	5.7
120	91.9	91.5	9.2	7.9
160	99.3	99.0	10.9	9.8
200	105.7	105.3	12.3	11.3
240	111.0	110.7	13.6	12.7
280	115.6	115.2	14.7	13.8
320	119.4	119.0	15.6	14.8
360	122.6	122.3	16.3	15.6
400	125.4	125.0	17.0	16.3
440	127.7	127.3	17.5	16.8
480	129.6	129.3	18.0	17.3
520	131.3	131.0	18.5	17.7
560	132.7	132.4	18.8	18.1
600	133.9	133.6	19.0	18.4
640	134.8	134.6	19.3	18.6
680	135.6	135.4	19.5	18.9
720	136.4	136.2	19.7	19.0
760	137.0	136.8	19.9	19.2
800	137.5	137.3	20.0	19.3
840	138.0	137.7	20.1	19.4
880	138.4	138.1	20.2	19.5
920	138.7	138.4	20.2	19.6
960	139.0	138.7	20.2	19.7
1000	139.4	138.9	20.2	19.7
1040	139.8	139.1	20.2	19.8
1080	140.1	139.3	20.3	19.8
1120	140.2	139.4	20.5	19.9
1160	140.3	139.5	20.6	19.9
1200	140.3	139.6	20.7	19.9
1240	140.3	139.7	20.7	19.9
1280	140.3	139.8	20.7	19.9
1320	140.3	139.8	20.7	20.0
1360	140.3	139.9	20.7	20.0
1400	140.3	139.9	20.7	20.0

струята. В този тест се проверява дали профилът на струята и вертикалното разширяване на струята, причинени от допълнителната турбулентност, предизвикана само от струята, съответстват на теоретичните очаквания.

Изчислителна решетка: $2000 \times 60 \times 300 \text{ m}^3$, разделена на $100 \times 3 \times 30$ клетки (постоянно разстояние във вертикал).

Метеорология: Хомогенна турбулентност с $u_a=5$, $z_0=0.01$, $l_m=99999$ und „ $B_{lm}=0.1$; $U_s=0.4$; $S_u=0$; $S_v=0$; $S_w=0$; $Tau=1$; $SRCTRB=0.25$;” времева серия от 1 ден.

Източник: Точков източник при (30, 30, 60); емисии се случват само през първия час на деня; среднодневната се счита за квазистационарна ситуация. Скорост на освобождаване v_q 15 m/s,

температура на освобождаване t_q 84 градуса по Целзий, диаметър на източника d_q 3m, има се предвид суха струя.

Параметрите на издигане, изчислени на базата на PLURIS, са $v_0 = 1.67 \text{ m/s}$ и $T_s = 48.0 \text{ s}$, крайната височина е 80m. Изотропната, предизвикана от струята турбулентност е $0.25v_0$ (стандартът е $0.1v_0$), така че получената ширина на струята е 1/4 от височината. Таблицата съдържа наблюдаваната височина на струята Z_a за различни разстояния на източника X , изчислена като центъра на тежестта на разпространението на концентрацията и необходимата височина на струята z_a , съгласно уравнение (34). В допълнение, наблюдаваното разпръскване на струята S_z и теоретичното разпръскване sz са дадени съгласно съгласно уравнение (26).

51с Тест за издигане на струята (външен PLURIS)

В този тест, резултатът от вътрешното PLURIS изчисление се сравнява с прогресията на струята, получена с външната програма JAVA IBJpluris (версия 3.1.3) (файл с резултати IBJpluris.dmna).

Параметрите на издигане v_0 и T_s са избрани вътрешно, така че да дадат същата крайна височина както при PLURIS, и половината от крайната височина да води до същото време на транспорт или, ако профилът на скоростта е приблизително хомогенен, до същото разстояние. Докато в предишните тестове е разглеждана крайната височина, този тест проверява дали оста на струята, получена от концентрацията, достига половината си крайна височина на същото разстояние, както оста на струята, изчислена от външната програма IBJpluris.

X	Ha	ha	Изчислителна решетка: 1000 × 10 × 500 m ³ , разделена на 100 × 1 × 50 клетки (постоянно разстояние във вертикал) с периодични гранични условия в у-посока.
0	5.0	0.0	
10	5.1	11.6	
20	7.8	18.7	
30	12.2	22.1	
40	15.9	25.2	Метеорология: Стандартен модел на граничен слой с $u_a = 2$, $g_a = 270$, $h_a = 10$, $z_0 = 0,05$, $d_0 = 0,3$, $l_m = -66$, времева серия от един ден.
50	19.5	27.7	
60	22.8	30.1	
70	26.0	32.3	
80	29.1	34.5	
90	32.1	36.5	Източник: Точков източник при (0, 0, 160). Емисии се случват само през първия час на деня; среднодневната се счита за квазистационарна ситуация. Скорост на освобождаване v_q 15 m/s, температура на освобождаване t_q 31 градуса по Целзий, диаметър на източника d_q 3m и се разглежда суха струя. Параметрите на издигане, изчислени на базата на PLURIS, са $v_0 = 1.07$ m/s и $T_s = 93,7$ s, крайната височина е 100m.
100	34.9	38.4	
110	37.6	40.4	
120	40.2	42.2	
130	42.6	44.0	
140	45.0	45.7	Таблицата показва наблюдаваната височина H_a , изчислена от центъра на тежестта на вертикалното разпределение на концентрацията и височината на източника, за различни разстояния на източника X , и височината h_a , изчислена с IBJpluris, взета от файла IBJpluris.dmna. И в двата случая, половината от височината 50 m се постига в един и същ интервал (160m до 170m).
150	47.3	47.4	
160	49.4	49.1	
170	51.6	50.7	
180	53.5	52.3	
190	55.5	53.9	
200	57.3	55.5	

61 Тест за следи на частиците в триизмерно поле на вятъра

Траекторията на частицата се анализира, докато се движи във вятърно поле, което съответства на неизменно въртене около z-оста на координатната система:

$$V_x = -\omega y \quad (36)$$

$$V_y = \omega x \quad (37)$$

$$V_z = 0 \quad (38)$$

Полето на вятъра е определено върху решетката Arakawa-C, т.е. V_x е дефинирана на повърхностите на клетките на решетката с нормален вектор, успореден на оста x , също както V_y - на повърхностите, перпендикулярни на оста y . В рамките на клетката, V_x е линейно интерполирана в x -посока, а V_y е линейно интерполирана в y -посока.

Теренът е равен и няма турбуленция. $\omega = \pi/60s^{-1}$ създава поток, който се върти обратно на часовниковата стрелка с период на цикъл от 120s.

Тестът за проверка изисква ключ TRACE да бъде посочен във входния параметър `os`. В този случай, координатите на частиците се записват в регистрационния файл на всяка стъпка. В допълнение, турбулентността се игнорира и времевата стъпка не се коригира.

Полето на вятъра е запазено в библиотеката `verif\61\lib` като файл `w3001a00.dmna`. Тъй

T	X	x	Y	y
0	0.00	0.00	70.00	70.00
5	-18.32	-18.11	67.91	67.62
10	-35.34	-34.99	60.58	60.63
15	-49.73	-49.49	49.32	49.50
20	-60.73	-60.61	34.93	35.01
25	-67.79	-67.61	17.91	18.13
30	-69.89	-70.00	-0.41	0.02
35	-67.27	-67.62	-18.73	-18.09
40	-59.94	-60.64	-35.49	-34.98
45	-48.69	-49.52	-49.88	-49.48
50	-34.03	-35.03	-60.88	-60.60
55	-17.01	-18.15	-67.42	-67.60
60	1.31	-0.04	-69.51	-70.00
65	19.63	18.07	-66.90	-67.63
70	36.12	34.96	-59.57	-60.65
75	50.52	49.46	-47.79	-49.53
80	61.51	60.59	-32.87	-35.05
85	68.06	67.60	-15.85	-18.17
90	69.63	70.00	2.47	-0.06
95	66.48	67.63	20.79	18.05
100	59.16	60.66	37.28	34.94
105	47.38	49.55	51.15	49.45
110	32.46	35.07	61.62	60.58
115	15.44	18.19	68.17	67.59
120	-2.88	0.08	69.74	70.0

като програмата формално изисква поне 2 базови полета, тя е копирана още веднъж в библиотеката като файл `w3002a00.dmna`. Това поражда предупредително съобщение, че базовите полета са линейно зависими, но няма други отрицателни последици.

Изчислителна решетка: $310 \times 310 \times 10 m^3$, разделена на $31 \times 31 \times 1$ клетки; теренът е определен като сложен, но с постоянна височина на терена $z_g = 0m$.

Метеорология: Турбулентността се игнорира: „Blm=0,1; Tau=1;“; полето на вятъра се чете от библиотеката и се мащабира според $ua=7.328m/s$ и $ra=90deg$ (всъщност, полето на вятъра вече приема тези стойности в позицията на анемометър); времева серия от един ден.

Източник: Точков източник при (0, 70, 5); емисиите се случват само през последния час на деня; „Groups=1;Rate=0.0001;“; генерира се само една частица.

Таблицата вляво изброява координатите X и Y на частицата за различни времена T , както е дадено в регистрационния файл на изчислението. Съответните координати за траекторията на идеален кръг са дадени с x и y . Частицата е малко по-напред от идеалната траектория, но след 120 секунди все още по-малко от една стъпка във времето (около 2.4deg, т.е. 0.7%). Радиусът на кръга се държи още по-добре (отклонение 0,4%).

В Формати на файлове

В.1 DMNA файлове

Всички файлове, които съдържат входни или изходни таблици, са конструирани по един и същ начин. Те се състоят от заглавни данни с информация за структурата и изгледа на таблицата, последвана от табличната част. Табличната част може да бъде добавена директно към заглавната част, ако таблицата е изписана във форматиран вид. За неформатиран (двоичен) изход, частта на таблицата е отделен файл, който съдържа елементите на таблицата по начина, по който се обработват вътрешно, без разделители или контролни команди. Елементът на таблицата може да се състои от единична стойност (елемент от данни) или да представлява набор от няколко стойности (*запис*).

Заглавието на данните е текстов файл с разширение на името на файла ".dmna" и се състои от серии от редове, всеки ред определящ един параметър. Името на параметъра е посочено в началото на реда, последвано от една или повече стойности. Валидните разделители са интервал, табулатор и точка и запетая, които могат да се използват отделно или в комбинирана форма. Редът може да бъде прекратен с LF или CR + LF.

Освен параметрите, изисквани от програмата, заглавието може да съдържа допълнителни параметри. Параметрите, които не са разпознати, се игнорират. Заглавието завършва с ред, който има звезда (*) като първи символ. Следващият ред стартира табличната част, ако тя е част от файла. (Форматираните) елементи на таблицата са разделени с интервал, табулатор, точка и запетая, CR или LF. Таблицата завършва с ред, който се състои от три звезди.

Следните параметри на заглавната част от данни се разпознават и интерпретират от програмата (изискват се малки букви, n_v обозначава броя на стойностите в записа):

`buff integer(1)`

Вътрешен размер в байт на буфера, използван за четене на данни (по подразбиране: 4000). Увеличаването на буфера може да доведе например до по-бързо разчитане на големи компресирани файлове.

`cmpr integer(1)`

Степен на компресия на частта от данни (стойности от 0 до 9, по подразбиране 0). Ако е посочена стойност различна от 0, се очаква GZIP-компресирана част от данни във файл с разширение ".dmnt.gz" (форматиран изход) или ".dmnb.gz" (двоичен изход).

`cset string (1)`

Набор символи, използван за извеждане на низове. Само за информация.

`data string(1)`

Име на файла, който съдържа табличната част. Ако данните не са посочени или има стойност "*", тогава форматираният изход записва таблицата в същия файл; в

случай на неформатиран (двоичен) изход, името на файла се копира в заглавната част, но разширението „.dmna“ се заменя с „.dmnb“. Ако данните са зададени и съдържат информация за пътя, те се интерпретират като свързани към директорията, която съдържа заглавния файл.

`dims integer(1)`

Брой размери на частта с данни (максимум 5).

`fact float(1)`

Коефициент, с който всички елементи от тип *float* или *double* се умножават, преди да бъдат изписани във форматиран вид. При четене на форматиран данни, елементите от данни се разделят отново по *fact*. Коефициентът действа само върху онези елементи от данни, на които не е присвоен отделен коефициент във форматния низ (виж *form*).

`form string( $n_v$ )`

Формат, използван за форматиран изход на данни. Ако елементите на таблицата са записи, тогава всеки елемент от записа изисква спецификация на формат и формата се състои от сериите на единични формати, които се записват или в комбинирана форма или като отделни низове.

$Format = Format_1 Format_2 \dots$

$Format_i = Name\%(*Factor)Length.PrecisionSpecifier$

Коеето означава:

Name Име на елемента с данни (по избор).

Factor Коефициент на мащабиране (по избор, включително скобите).

Length Дължина на полето за данни.

Precision Брой на десетичните знаци (за *float* числата).

Specifier Тип спецификатор.

Коефициентът на мащабиране действа като параметър *fact*. Спецификация на дължината *Length* се отнася до минималната дължина на полето за данни; дължината се надвишава, ако това е необходимо за правилното представяне на елемента; във всеки случай елементите са разделени поне с един разделител.

Следните типове спецификатори са налични:

Спец.	Тип	Дължина	Значение
c	<i>character</i>	1	единични символи
d	<i>integer</i>	4	цяло число
x	<i>integer</i>	4	шестнадесетично число
f	<i>float</i>	4	число с фиксирана десетична запетая (без показател)
e	<i>float</i>	4	число с плаваща десетична запетая (с показател)
t	<i>integer</i>	4	спецификация на времето (без дата)

Спецификатори f и e може да бъдат предшествани от l (двойно с дължина 8 байта). Спецификатори d и x може да бъдат предшествани от h (кратко цяло число с дължина 2 байта).

Формат на времето за двоичен изход: спецификацията на времето без дата (спецификатор t) е броят на изминалите секунди. Ако спецификаторът t е предшестван от l, числото (двойно с дължина 8 байта) се интерпретира като времева спецификация с дата: стойността представлява броя на дните, изминали след 1899-12-30.00: 00: 00 плюс 10^6 . Формат на времето за извеждане на текст: със спецификатор t времето се формира като dd.hh:mm:ss или hh:mm:ss, с lt дата и час се формират като yyyy-MM-dd.hh:mm:ss.

Подобни спецификации на формат могат да бъдат обединени:

`vx%5.2fv%5.2fvz%5.2f` е еквивалентно на `vx%[3]5.2f41`

`hghb integer(dims)`

Най-високата граница за различните индекси.

`loc1 string(1)`

Представяне на числа с плаваща запетая: C (по подразбиране) означава, че като десетичен разделител се използва точка, като с немски език се използва десетична запетая. Параметърът loc1 трябва да бъде зададен във входен файл, който използва десетична запетая.

`lowb integer(dims)`

Долна граница за различните индекси.

`mode string(1)`

Исходен режим: двоичен (неформатиран) или текст (форматиран).

`sequ string(1)`

⁴¹ За обединени формати, посоченото *Name* се отнася само за първия елемент. За следващите елементи, последният символ на *Name* се увеличава с една позиция от азбуката.

Индексна последователност за извеждане на данни. Обикновено най-бързият индекс е този от най-далечната страна (C конвенция). За триизмерно поле A_{ijk} това отговаря на спецификацията $i+, j+, k+$. FORTRAN запазва данни съгласно $k+, j+, i+$. Знак минус вместо знак плюс обозначава индекс, вървящ в обратна посока.

За форматирана двуизмерна таблица с данни (например височини на терен) със стойности, ориентирани според местоположението на точките в карта (север в горната част и т.н.), sequ трябва да има стойност $j-, i+$.

`size integer(1)`

Размер на записа на двоични данни в байтове. За форматиран изход сборът от размерите на елементите, получени от спецификацията на формата, трябва да е равен на size.

`vldf string(1)`

Идентификатор на типа данни: средна стойност на обема (V), стойност на точка (P), средна площ (ArakawaC решетка, X, Y, S).

Низовете, съдържащи интервали, трябва да бъдат затворени в кавички, в противен случай кавичките не са задължителни за низовете.

Пример:

Поле с числа с плаваща запетая $A_{ijk} = 100i + 10j + k$, $i = 1..3$, $j = 2..4$, $k = 0..1$ се запазва под формата на хоризонтални слоеве:

```
form      "%4.1f"
mode      "text"
sequ      "k+, j-, i+"
fact      1.000e-001
dims      3
size      4
lowb      1 2 0
hghb      3 4 1
*
14.0      24.0      34.0
13.0      23.0      33.0
12.0      22.0      32.0

14.1      24.1      34.1
13.1      23.1      33.1
12.1      22.1      32.1
***
```

Редът с трите звездички в края вече не се чете. Ако се зададе по-голям диапазон на индексите от наличните данни, това ще доведе до грешка.

В.2 Количества, дефинирани в Arakawa-C решетка

За количества, определени в декартовата Arakawa-C решетка, се прилагат следните конвенции:

За всяка от трите декартови координати x, y, z се определя растерна точка (x_i, y_j, z_k) :

$$x_i \quad \text{за} \quad i = 0..n_x$$

$$y_j \quad \text{за} \quad j = 0..n_y$$

$$z_k \quad \text{за} \quad k = 0..n_z$$

Централните точки на тези интервали имат координати

$$\hat{x}_i = (x_{i-1} + x_i)/2 \quad \text{за} \quad i = 1..n_x$$

$$\hat{y}_j = (y_{j-1} + y_j)/2 \quad \text{за} \quad j = 1..n_y$$

$$\hat{z}_k = (z_{k-1} + z_k)/2 \quad \text{за} \quad k = 1..n_z$$

Интервалите в посоките на трите оси $D_{x;i}, D_{y;j}, D_{z;k}$ имат същия индекс като централната им точка. Например, $D_{x;i}$ включва всички x -стойности между x_{i-1} и x_i , т.е.

$$D_{x;i} = \{x \mid x_{i-1} \leq x \leq x_i\}$$

Три-точков растер представлява триизмерна решетка. Клетките на решетката V_{ijk} от триизмерната решетка имат същия индекс като съответните им интервали на ос, т.е.

$$V_{ijk} = \{(x, y, z) \mid x_{i-1} \leq x \leq x_i, y_{j-1} \leq y \leq y_j, z_{k-1} \leq z \leq z_k\}$$

$$\text{for } i = 1..n_x, j = 1..n_y, k = 1..n_z$$

В Arakawa-C решетка, компонентите на скоростта се определят в точките на решетката за посоката на оста, която съответства на компонента, и в централните точки за другите две посоки. Например, v_x е определена в точките $(x_i, \hat{y}_j, \hat{z}_k)$. Стойностите на v_x имат същия индекс като точките, по които са определени, следователно

$$v_{x;ijk} \text{ е стойността на } v_x \text{ в } (x_i, \hat{y}_j, \hat{z}_k) \text{ с } i = 0..n_x, j = 1..n_y, k = 1..n_z$$

$$v_{y;ijk} \text{ е стойността на } v_y \text{ в } (\hat{x}_i, y_j, \hat{z}_k) \text{ с } i = 1..n_x, j = 0..n_y, k = 1..n_z$$

$$v_{z;ijk} \text{ е стойността на } v_z \text{ в } (\hat{x}_i, \hat{y}_j, z_k) \text{ с } i = 1..n_x, j = 1..n_y, k = 0..n_z$$

Ако таблицата с данни съдържа индекс стойности, за които елемент от данни не е определен, се използва 0 като запазено място. Например, табличният запис W_{ijk} за ветровия вектор W съдържа елементите от данни $z_k, v_{x;ijk}, v_{y;ijk}, v_{z;ijk}$ и индекс стойностите са $i = 0..n_x, j = 0..n_y, k = 0..n_z$. Следователно, при $j = 0$ или $k = 0$ стойността 0 се записва вместо v_x , също както за v_y при $i = 0$ или $k = 0$, и за v_z при $i = 0$ или $j = 0$.

За изчислението на дивергенцията в клетка на решетката, виж приложение D.1.1.

В.3 Регистър на дължините на грапавостта

В съответствие с приложение 2 на *TA Luft* (2021), *AUSTAL* определя дължината на грапавостта като средна стойност на кръгла зона, центрирана около източника, като радиусът на окръжността е 15 пъти повече от височината на източника.

Средната височина на конструкцията се използва като височина на конструкцията, която е сумата от действителната височина на конструкцията h_q и половината от вертикалния обхват s_q . Минималната стойност е 10m. За хоризонтално разширен източник, центърът на източника се приема за местоположение на източника. Ако са зададени няколко източника, първо се изчисляват отделни стойности на z_0 за всеки източник и след това средна z_0 се взема с квадрата на конструктивната височина като коефициент на тежест. Използваният регистър с дължини на грапавостта и изчислената стойност на z_0 се отбелязват в регистрационния файл.

Регистърът на дължините на грапавостта е създаден на базата на Digital Land Cover Model Deuschthland LBM-DE2012⁴². Предоставя се като DMNA файл с форматирана и компресирана част от данни. Частта с данни, ориентирани в северен формат, съдържа клас на грапавост R (стойности 1..9) за всички полета, покриващи правоъгълна зона⁴³.

Стойностите в x -посока се съхраняват под формата на низ без интервали с нулев байт в края. Частта с данни е формално двуизмерна: индекс i идентифицира x -посока и приема само една стойност (един низ на ред), индекс j идентифицира y -посока и върви отдолу нагоре. Заглавието на файла трябва да съдържа следните параметри

`xmin` Абсолютна x -координата на долния ляв ъгъл на долния ляв квадрат в метри.

`ymin` Абсолютна y -координата на долния ляв ъгъл на долния ляв квадрат в метри.

`delta` Странична дължина на квадратите в метри.

`ggcs` Географска координатна система, към която се отнасят абсолютните стойности `xmin` и `ymin`. Възможните стойности са GK за координати на Гаус-Крюгер и UTM за UTM координати.

`form` Формат на данните във форма *Name%Print.Storage*, където *Name* е произволен идентификатор (напр. Клас), *Print* дължината на полето за данни, ако е приложен форматиран изход, и *Storage* необходимият капацитет за съхранение на елемент от данни (включително крайните нула байт за низове). Тъй като класовете за грапавост се съхраняват като символи в един низ без интервали, *Print* е броят на елементите (колони на основната регистърна таблица), а *Storage* е *Print*+1.

`dims` Размер на частта с данни, тук 2.

`lowb` Най-малката индекс стойност, тук 0 за i (първи запис) и 1 за j (втори запис).

⁴² Федерална агенция за картография и геодезия: цифров модел за покритие на земята за Германия; LBMDE2012, статус на документацията: 07.01.2016

⁴³ Клас на грапавост 0 се заменя от програмата с клас 3 (дължина на грапавостта 0,05 м).

hghb Най-голямата индекс стойност, тук 0 за i (първи запис) и броя на редовете с данни за j (втори запис).

sequ Индексна последователност, тук j -, i + като данни се отнасят за северно ориентирана таблица.

Забележка: За координатите на Гаус-Крюгер, индексът на лентата трябва да бъде част от спецификацията на координатите.

За UTM координатите в регистъра, има опция да се включи индексът на зоната в спецификацията на координатите. Регистърът на дължините на грапавостта и потребителските координатни спецификации, обаче, трябва да прилагат същата конвенция. За регистъра на UTM, предоставен за Германия, индексът на зоните не е включен, виж по-долу.

Гъвките размери отварят възможност за модификации на регистъра или за прилагане на регистри за други региони. За идентифициране на регистъра, контролната сума (CRC32 код) на частта с данни (в естествен ред i +, j +, включително нулев байт в края на всеки низ) на текущия регистър, е посочена в регистрационния файл `austal.log` под формата на 8-цифрено шестнадесетично число, което еднозначно идентифицира частта с данни.

Регистърът трябва да е разположен в основната директория на *AUSTAL* и може да бъде осигурен в UTM координатната система (файлове `z0-utm.dmna` и `z0-utm.dmnt.gz`) или в координатната система Гаус-Крюгер (файлове `z0-gk.dmna` и `z0-gk.dmnt.gz`).

В зависимост от използваната координатна система, изчислението на средната дължина на грапавостта може да доведе до различни стойности поради компенсирани на решетката. Отклоненията обикновено са малки, но могат да доведат до различна класификация в границата между два класа на грапавост.

Регистърът може да се използва и в некомпесирана форма (размер на файла около 60MB). В този случай, файлът `name.dmnt.gz` трябва да бъде некомпесиран, параметърът `strg` във файла `name.dmna` трябва да бъде зададен на 0, а данните от параметрите трябва да бъдат зададени в `name.dmnt`.

Ако *AUSTAL* се извика в комбинация с опция `-v4`, регистрационният файл изброява за всеки източник (възможно преобразуван) централните координати и частта от регистъра, използвана за определяне на средната дължина на грапавостта (под формата на таблица с данни, ориентирана към север). Това позволява да се инспектират и проверяват подробности или по-късни изменения на регистъра.

Регистърът, по подразбиране разпространен с *AUSTAL* версия 3.2.1, е създаден въз основа на Регистър на земно покритие LBM-DE2012:

Регистър в UTM координатна система (зона 32)

- Частта с данни има контролна сума **e9ea3bcd**.
- Наред с други неща, заглавието на файла съдържа следните записи:
`xmin 278000.0`

```
ymin 5226000.0
delta 100.0
ggcs "UTM"
form "Classes%6690.6691s"
size 6691
mode "text"
cmpr 9
buff 10000000
dims 2
sequ "j-,i+"
lowb 0 1
hghb 0 8920
```

Таблицата се състои от 8920 реда всеки с 6690 записа за квадратни полета с размер 100m. Покритата площ се простира в x-посока (на изток) от 278000 до 947000 и в y-посока (север) от 5226000 до 6118000.

- Координатите на източника трябва да се отнасят към същата зона като регистъра. Няма преобразуване.
- Референтната точка ix и iy трябва да бъде посочена във входния файл austal.txt, за да се използва кадастралният регистър.

Регистър в координатите на Гаус-Крюгер (3-та лента)

- Частта с данни има контролна сума **58afd278**.
- Заглавието на файла съдържа следните записи:

```
xmin 3278000.0
ymin 5228000.0
delta 100.0
ggcs "GK"
form "Classes%6690.6691s"
size 6691
mode "text"
cmpr 9
buff 10000000
dims 2
sequ "j-,i+"
lowb 0 1
hghb 0 8920
```

Следователно, таблицата съдържа 8920 реда с 6690 записа за квадратни полета с размер 100m. Покритата площ е представена в системата Гаус-Крюгер в 3-тата меридианска лента и в x-посока (дясна стойност) от 3278000 до 3947000 и в y-посока (северна стойност) от 5228000 до 6120000.

- Ако координатите на източника са предварително зададени в лентите от 1 до 5 меридиан, те автоматично се преобразуват вътрешно в лентата на Гаус-Крюгер регистъра, за да се определи дължината на грапавостта.
- Референтната точка *gx* и *gy* трябва да бъде посочена във входния файл *austal.txt*, за да се използва кадастралният регистър.

AUSTAL отправя предупреждение, ако се използва регистър, различен от тези два кадастъра.

В.4 Файл с настройки

Списъкът на веществата, техните свойства и някои параметри на модела са дефинирани в текстовия файл *austal.settings*, който се чете от програмата.

Програмата изброява контролната сума (*CRC код*) на файла с настройки в регистрационния файл и проверява дали той съвпада с *CRC* кода на разпределението по подразбиране. Ако това не е така, се извежда предупреждение.

Забележка: *Не трябва да променяте файла *austal.settings*, освен ако не знаете какво точно правите. Промените могат да доведат до загуба на съответствие с TA Luft.*

Файлът с настройки е структуриран в раздели и се обработва ред по ред. Разграничават се три типа текстови реда:

Заглавие: Първият символ е квадратна, отваряща скоба ([).

Ред с данни: Първият символ е буква.

Ред за коментар: Всички други редове.

Хаш таг (#) в заглавието или реда с данни въвежда коментар. Той се простира до края на реда и се игнорира при четене.

Всеки раздел започва с ред на заглавие, който съдържа в квадратни скоби името на веществото. Редовете с данни на раздела съдържат името на параметъра и неговата стойност (или стойности), разделени с един или повече интервали. Ако стойността е низ, тя трябва да бъде затворена в кавички.

Така, файлът `austal.settings` има следната структура:

```
# Comment line
# Comment line
#
[Substance]
Parameter Value      #
                        Comment
Parameter Value      #
                        Comment
#
[Substance]
Parameter "Value"    #
                        Comment
Parameter Value-1    Value-2
#
```

Следващата таблица изброява параметрите, които могат да бъдат определени за дадено вещество:

Име	Тип	Значение
<code>f_c</code>	цифра	Коефициент на преобразуване за концентрация от естествени единици (g/m^3 , 1) в единицата, определена от <code>uc</code> .
<code>f_n</code>	цифра	Коефициент на преобразуване за отлагане от естествени единици ($\text{g}/\text{m}^2\text{s}$) в единицата, определена от <code>un</code> .
<code>grps</code>	текст	Обхват от аерозолни групи, в които веществото може да се появи под формата "g1-g2". Пример: "0-0" (само за газ) или "1-2" (само за класове с размери 1 и 2).
<code>r_n</code>	цифра	Референтна стойност за отлагане в единицата, посочена от <code>un</code> (≤ 0 : няма оценка).
<code>r_y</code>	цифра	Референция за концентрация в единицата, определена с <code>uc</code> (≤ 0 : няма оценка).
<code>uc</code>	текст	Изходна единица за концентрация.
<code>un</code>	текст	Изходна единица за отлагане.
<code>unit</code>	текст	Единица, в която е посочена емисията в секунда.
<code>vd</code>	цифра	Скорост на отлагане на газообразния компонент в m/s .
<code>we</code>	цифра	Експонент на отмиване k на газообразния компонент.
<code>wf</code>	цифра	Коефициент на отмиване Λ_0 на газообразния компонент в $1/\text{s}$.
<code>dy</code>	цифра	Брой десетични позиции за годишната средна стойност (< 0 : научна нотация).
<code>nd</code>	цифра	Брой превишения за средната дневна стойност.
<code>rd</code>	цифра	Референтна стойност за средната дневна стойност (≤ 0 : няма оценка).

dd	цифра	Брой десетични позиции за средната дневна стойност (<0: научна нотация).
nh	цифра	Брой превишения за средната часова стойност.
rh	цифра	Референтна стойност за средната часова стойност (≤ 0 : няма оценка).
dh	цифра	Брой на десетичните позиции за средната часова стойност (<0: научна нотация).
dn	цифра	Брой десетични позиции за отлагането (<0: научна нотация).

Имената на разделите, започващи с точка, обозначават специален раздел:

- [.astl] Разделът съдържа стойности по подразбиране за всички параметри на веществото. Стойността по подразбиране се прилага, ако параметърът не е изрично зададен в дефиницията на вещество.
- [.system] Разделът съдържа релевантни параметри за дисперсионния модел, като скорост на утаяване за различните класове на размер на диаметъра.

Файлът austal.settings трябва да бъде в същата директория както програмата austal.

Веществата и техните свойства, дефинирани по подразбиране във версия 3.2.1, са посочени в таблицата по-долу. За 5-те класове размер на диаметъра се определят следните настройки по подразбиране (vs: скорост на утаяване в m/s):

	-1	-2	-3	-4	-5
vd	0.001	0.010	0.050	0.200	0.070
vs	0.000	0.000	0.040	0.150	0.060
wf	3.0e-5	1.5e-4	4.4e-4	4.4e-4	4.4e-4
we	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Оценяваните аромати трябва да бъдат определени непосредствено след веществото ODOR и във възходящ ред на фактора за оценка. Промяна в броя на оценените аромати изисква промяна в програмата, тъй като броят се съхранява постоянно в програмата.

***Забележка:** Контролната сума (CRC код) на файла с настройки за програмната версия 3.2.1 е:*

d0929e1c

Name	grps	unit	fc	uc	ry	dy	nd	rd	dd	nh	rh	dh	vd	wf	we	fn	un	rn	dn
S02	0-0	g	1.e6	ug/m3	50	1	3	125.0	0	24	350.0	0	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
NOX	0-0	g	1.e6	ug/m3	30.0	1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
NO2	0-0	g	1.e6	ug/m3	40.0	1	-1	0.0	-1	18	200.0	0	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
NO	0-0	g	1.0	g/m3	0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
NH3	0-0	g	1.e6	ug/m3	3.0	2	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.010	0.0	0.8	3.154e8	kg/(ha*a)	4.0	2
H00	0-0	g	1.e6	ug/m3	0.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0003	0.0	0.8	86.4e9	ug/(m2*d)	1.0	3
BZL	0-0	g	1.e6	ug/m3	5.0	2	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
F	0-0	g	1.e6	ug/m3	0.4	3	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
TCE	0-0	g	1.e6	ug/m3	10.0	2	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
PM	1-5	g	1.e6	ug/m3	40.0	1	35	50.0	1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86.4e3	g/(m2*d)	0.35	4
PB	1-5	g	1.e6	ug/m3	0.5	3	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86.4e9	ug/(m2*d)	100.0	1
AS	1-5	g	1.e6	ug/m3	0.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86.4e9	ug/(m2*d)	4.0	2
CD	1-5	g	1.e6	ug/m3	0.02	4	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86.4e9	ug/(m2*d)	2.0	3
NI	1-5	g	1.e6	ug/m3	0.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86.4e9	ug/(m2*d)	15.0	2
HG	0-5	g	1.e6	ug/m3	0.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.005	0.0	0.8	86.4e9	ug/(m2*d)	1.0	3
TL	1-5	g	1.e6	ug/m3	0.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86.4e9	ug/(m2*d)	2.0	3
XX	0-5	g	1.0	g/m3	1.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	1.0	-1
ODOR	0-0	OU	100.0	%	10.0	1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
ODOR_040	0-0	g	1.0	g/m3	1.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
ODOR_050	0-0	g	1.0	g/m3	1.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
ODOR_060	0-0	g	1.0	g/m3	1.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
ODOR_075	0-0	g	1.0	g/m3	1.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
ODOR_100	0-0	g	1.0	g/m3	1.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1
ODOR_150	0-0	g	1.0	g/m3	1.0	-1	-1	0.0	-1	-1	0.0	-1	0.0	0.0	0.8	86400	g/(m2*d)	0.0	-1

С Структура на програмната система

Програмната система AUSTAL се състои от програмите *AUSTAL* и *TALdia* в основната директория *AST*. В Windows имената на файловете на програмите са *austal.exe* и *taldia.exe*, а в Linux *austal* и *taldia*. В допълнение, програмите *verifx* се изискват за оценка на тестовите за проверка, където *x* означава номера на теста. Те се намират в поддиректория *AST\verif*.

Всички програми са написани на програмен език C като 32-битови програми, като опитват да използват разширения на стандарта ANSI-C само в модула *TalUtl.c*, ако е възможно. В Windows и Linux се използва един и същ изходен код, само файловете за създаване са различни. Всички те прилагат файла *rules.make* в изходната директория, която описва зависимостите на различните програмни модули един от друг и правилата за тяхната компилация. Подробности за създаването на езикови пакети са описани в приложение C.2.

Дървото на директории на програмните файлове има следната структура:

```
AST/  
AST/source/  
AST/source/austal.c  
AST/source/austal.h  
AST/source/rules.make  
...  
AST/source/nls/  
AST/source/nls/austal.text  
...  
AST/source/nls/en/  
AST/source/nls/en/austal_en.text  
...  
AST/wg-0/  
AST/wg-0/austal.exe  
AST/wg-0/Makefile  
...  
AST/wg-0/nls/  
AST/wg-0/nls/en/  
AST/wg-0/nls/en/AST_en.nls  
...  
AST/wg-0/nls/en@latin1/  
AST/wg-0/nls/en@latin1/AST_en@latin1.nls  
...
```

С.1 Компилятор

Изходният код е написан така, че да може да бъде преведен без промени с всички поддържани компилатори. За Windows компилаторът GNU-C е достъпен безплатно в Интернет на www.mingw.org, а за Linux обикновено е част от разпространението. Intel Compiler е търговски продукт на Intel.

Програмите трябва да бъдат преведени като 32-битови програми, тъй като дължините на байта на числа и точки в изходния код започват от 32-битова система. Следователно, програмите работят също и на 64-битови системи. Под 64-битова Linux може да се наложи да бъдат заредени библиотеки за съвместимост за превода.

Когато се превеждат програмите, трябва да се отбележи, че всички структури трябва да бъдат пакетирани без пропуски, което се постига чрез опцията за компилатор `-fpack-struct`. Типът данни `char` трябва да бъде зададен като неподписан по подразбиране.

Необходимите подмодули и техните взаимозависимости са посочени във файла `rules.make`. За всеки поддържан компилатор се предоставя Makefile и библиотека за обработка на компресирани данни в отделна директория.

Всички изпълними файлове се създават чрез извикване `make` (на GNU) в поддиректорията на желания компилатор:

`make` създава всички изпълними файлове

`make clean` изтрива всички изпълними файлове

След това изпълнимите файлове трябва да бъдат копирани в съответната директория, т.е. *AUSTAL* и *TALdia* към *AST* и програмите за оценка на тестовете за проверка към *AST\verif*.

Следното изчислително време за тест за проверка 11 е наблюдавано при различните компилатори (GNU-C без оптимизация и Intel-C 17.0 с оптимизация):

Система	Компилатор	Време
Windows 10 (64 bit) AMD Ryzen 5/3.6GHz	WG-0	127s
	WI-x	29s

С.2 Поддръжка на роден език

Всичките специфични за езика текстове, използвани в *AUSTAL*, *TALdia* и процедурите за проверка, се съхраняват в отделни текстови файлове, които са разположени в поддиректория *source\nls*. Името на файла е това на съответния програмен модул, а разширението е *.text*. Текстовите файлове по подразбиране съдържат английските текстови версии без специални символи⁴⁴. Те се компилират в програмите, но по време на изпълнение могат да бъдат заменени с външни текстови пакети за други езици.

За език, различен от английски, езиковият файл на модула *Subprogram* (например *TalUtl*) е поставен в поддиректория *Language* (кратко описание от 2 знака, например *de* за немски), името на файла е *Subprogram_Language.text*. Всички текстови файлове са кодирани в UTF8. Файлът *make* за създаване на програмите може да се използва и за комбиниране на езиковите файлове в езикови пакети за различните програми. След това тези пакети могат да бъдат прочетени и приложени от *AUSTAL*, *TALdia* и процедурите за проверка. Командата за създаване на пакет е

```
make NLS LAN=Language VRS=Version
```

Language е желаният език, а *Version* обозначава версията на *AUSTAL* (например 3.0.2).

Създадените езикови пакети се съхраняват в поддиректория *nls\Language* в директорията на изпълнимите програми⁴⁵, имената на пакетите са *AST_Language.nls* за *AUSTAL*, *DIA_Language.nls* за *TALdia* и *VRF_Language.nls* за процедурите за проверка. Езиковите файлове, създадени по време на компилация, могат да бъдат изтрети от командата *make clean_nls*.

Тъй като езиковите пакети са обикновени текстови файлове, тяхното кодиране може да бъде променено с подходящ текстов редактор. В този случай името на файла трябва да бъде променено и използваното кодиране трябва да бъде идентифицирано чрез добавяне на *@Encoding* към името на файла, например *AST_de@latin1.nls* за ISO-8859-1. Тази промяна трябва да бъде направена и в първия ред за коментар във файла на езиковия пакет, тъй като програмите вземат кодиращата информация от този ред, а не от името на файла (напр. Заменете "*nls/de/AST_de*", т.е. стандартно кодиране/UTF-8, с "*nls/de/AST_de@latin1*").

Забележка: Програмите проверяват първите два реда за коментар във файла с езиков пакет. Първият ред трябва да съдържа информация за правилното кодиране, а вторият - правилния номер на версията.

Програмата използва езиковия пакет, който се намира в програмната директория. Така че, потребителят трябва да копира желанния езиков пакет от поддиректорията *nls\Language* в

⁴⁴ Например 'u' вместо 'µ', '2' вместо '²', '3' вместо '³'.

⁴⁵ Поддиректорията трябва да бъде създадена ръчно преди създаването на пакетите

директорията на програмата. Ако програмата не намери езиков пакет, тя използва вградените английски текстови версии.⁴⁶

Немското разпространение на AUSTAL се доставя по подразбиране във версията на Windows (DOS прозорец) с пакета AST_de@latin1 (кодиране ISO-8859-1), версията на Linux с езиков пакет AST_de (кодиране UTF-8). Същото важи и за TALdia.

Възможно е също така да се зададе езиков пакет в командния ред с използване опцията --language=*Language*. В този случай, програмите (AUSTAL, TALdia, процедурите за проверка) търсят указания пакет в текущата директория. Ако не бъде намерен, се сканира поддиректория nls/*Language*. Опция --language=- потиска използването на който и да е езиков пакет, т.е. прилага се вграденият английски текст.

За Windows и избран език de@latin1, изходът към DOS прозорец автоматично се преобразува в ср850, тъй като това е кодирането по подразбиране за немски DOS системи. Преобразуването може да бъде предотвратено с опция -X0.⁴⁷

***Забележка:** Ако програмата се стартира на английски, вместо на желанния език, езиковият пакет или липсва, или се намира в грешна поддиректория.*

Следващата таблица изброява езиково специфичните файлови идентификатори за немската и английската езикова система:

Описание	немски	английски
Файл с времеви серии	zeitreihe.dmna	series.dmna
Тип резултат за година (<i>year</i>)	j	y
Тип резултат за ден (<i>day</i>)	t	d
Тип резултат за час (<i>hour</i>)	s	h
Тип допълнително натоварване (<i>additional load</i>)	z	a
Тип статистическа несигурност (<i>statistical uncertainty</i>)	s	s
Тип времеви серии по фон (<i>background</i>)	zbpv	tmpp
Тип времеви серии по допълнително натоварване (<i>additional load</i>)	zbpz	tmpa
Тип времеви серии по статистическа несигурност (<i>statistical uncertainty</i>)	zbps	tmps

⁴⁶ Вграденият текст не съдържа специални символи. За по-добра четимост е осигурен и английски езиков пакет, който прибягва до специални символи и зависи от приложеното кодиране.

⁴⁷ В този случай, правилен изход изисква кодова страница 1250 и шрифт, подходящ за това кодиране (например *Lucida Console*).

Забележка: Препоръчително е, за езици, различни от немски, винаги да се прилагат английските файлови идентификатори.

Пример:

Следните стъпки осъществяват поддръжка на румънски език:

1. Създайте поддиректория ro в директория source\nls.
2. Копирайте езиковите файлове *Subprogram_en.text* от директория source\nls\en в тази директория, а в имената на файловете заменете езиковия идентификатор en с ro.
3. Преведете английския текст в езиковите файлове на румънски:
 - Файловете съдържат във всеки ред задание на формата *Key=Text*; само *Text* се превежда.
 - Заданията (редовете) могат да бъдат изтрити и в този случай ще се използва вграденият английски текст.
 - Трябва да се има предвид, че задържаните места въведени със знака за процент (например „%d“ в „и%d повече случаи“) се запазват в преведения текст.
 - Текстът трябва да се чете, променя и съхранява в UTF-8 кодиране (например, използвайки свободния текстов редактор Jedit).
4. Генерирайте новите езикови пакети с програмата make на разпространението GNU-C:

```
make NLS LAN=ro VRS=3.0.2
```

Командата трябва да бъде изпълнена в директория, която е на същото ниво като директорията на източника на текста, например wg-0. Тази директория трябва първо да има създадена поддиректория nls\ro, където се записват езиковите пакети AST_ro.nls, DIA_ro.nls, VRF_ro.nls.

5. Ако се изисква, кодирането може да бъде променено, например от UTF-8 към ISO-8859-2:

Променете кодирането с подходящ текстов редактор, променете информацията за кодиране в първия ред за коментар на файла с езиков пакет (напр. замени "nls/ro/AST_ro" с "nls/ro/AST_ro@latin2") и копирайте в основната директория на AUSTAL, например в AST_ro@latin2.nls и DIA_ro@latin2.nls. Файлът VRF_ro@latin2.nls трябва да бъде копиран в директорията за проверка verif, която съдържа процедурите за проверка.

В DOS прозореца променете на кодовата страница 28592 на (команда chcp 28592) и изберете шрифт, който е подходящ за всички символи на това кодиране (например *Lucida Console*).

Алтернативно, езиковият пакет AST_en.nls може да бъде преведен. Въпреки това изходният код може да не бъде променен, тъй като текстовият резултат или неговият ред може да се

променят. Затова се препоръчва преводът да се прилага на нивото на отделните езикови файлове, както е посочено по-горе.

D Модел на поле на вятъра TALdia

Диагностичният модел за поле на вятъра *TALdia* създава библиотека от вятърни полета без дивергенция въз основа на даден първоначален профил на вятъра и даден профил на терена и/или набор от форми на сгради.

TALdia произхожда от диагностичния мезомащабен модел на вятърното поле *TALdiames*, който бе разпространен с AUSTAL версия 2.1, разширен да обхваща и поток около сградите наоколо. Моделът, приложен за отчитане на потока около сгради, е документиран в окончателния доклад *taldmk.pdf*.

TALdia изисква файл с настройки *austal.settings*. Програмата се стартира или директно с командата

```
taldia ProjectDirectory
```

или чрез AUSTAL с повикването

```
austal ProjectDirectory-1
```

Генерираните полета за вятър и турбулентност се записват по подразбиране в двоичен формат. Допълнителната опция *-t* налага форматирано извеждане на текст. С опция *-oGRIDONLY* в библиотеката се записват само файловете с настроените изчислителни решетки. И при двата варианта, *taldia* трябва да се стартира директно, а не чрез *austal*.

Регистрационният файл *taldia.log* изброява за всяка решетка и всяко създадено поле на вятъра максималното остатъчно разминаване в мащабиран вид. Ако изчислителните решетки не са изрично посочени, тук също се извеждат автоматично създадените параметри на решетката и вертикални интервали.⁴⁸

За да се предотврати използването на нереалистични вятърни полета в сложни терени, се извършват различни проверки за сигурност. Програмата или изчисляване на дисперсия спира, ако

- скоростта на вятъра в позицията на анемометъра е под 0.5m/s,
- вертикалният компонент има абсолютна стойност по-голяма от 50m/s,⁴⁹
- сумата от квадратите на коефициентите на суперпозиция за две базови полета е по-голяма от 100 или по-малка от 1/400.

⁴⁸ Количеството контролна информация, която се записва в лог файла, може да се увеличи с опция *-vLevel*.

⁴⁹ Вертикалният компонент е компонентът *Vs* на настроена за терена координатна система; той се влияе също от стръмността на терена и хоризонталната компонента на вятъра.

Полето на вятъра се изчислява в следната последователност:

- Генерира се почти хомогенно входящо поле на потока. Ако е посочен профил на терен, се използва настроена за терена координатна система.
- Ако профилът на терена е предварително зададен, потокът се настройва на профила, като се отчита атмосферната стабилност и се създава поле на вятъра без дивергенция (тук средната грапавост на терена се приема като характерна височина).
- Логаритмичният профил на граничен слой на Прандтл се отпечатва върху профила на вятъра.
- Диагностично поле на вятъра се генерира чрез премахване на дивергенцията (за втори път). Ако не са посочени сгради, изчисляването на полето на вятъра приключва с тази стъпка.
- Тази и следващата стъпка се прилагат, ако са дефинирани сгради: ако се използва профил на терена, полето на вятъра от предходната стъпка се трансформира в обикновена координатна система, в противен случай се използва полето от стъпка 1; сградите, растерираны върху изчислителната решетка, се вмъкват (премахване на сградни клетки от обема на потока, регулиране на граничните условия, въвеждане на рециркулационните зони).
- Създава се диагностично поле за вятър чрез премахване на дивергенцията (за трети път), което, ако е необходимо, отново се трансформира към настроена за терена координатна система.

D.1 Математическо изчисление на диагностичното поле на вятъра

D.1.1 Настроени за терена координати

С височините на терена, определени в декартови координати,

$$z = b(x, y) \quad (39)$$

и горна граница на зоната за изчисление, дадена чрез $z = \hat{z}$, вертикалната координата z е заместена с координата s , пропорционална на разстоянието от земята $h = z - b$,

$$s = \hat{s} \frac{\hat{z} - b(x, y)}{\hat{z} - b(x, y)}, \quad (40)$$

$$z = b(x, y) + \frac{s}{\hat{s}} [\hat{z} - b(x, y)] \quad (41)$$

TALdia се прилага само в специалния случай $\hat{z} \rightarrow \infty$, $\hat{s} \rightarrow \infty$ и $\hat{z}/\hat{s} \rightarrow 1$ т.е. $s \equiv h$.

Вертикалният компонент на ветровия вектор v_z се замества с

$$v_s = \frac{ds}{dt} \quad (42)$$

$$v_z = \varphi v_x + \chi v_y + \psi v_s \quad (43)$$

$$\text{с } \varphi = (1 - \rho) \frac{\partial b}{\partial x}, \quad (44)$$

$$\chi = (1 - \rho) \frac{\partial b}{\partial y}, \quad (45)$$

$$\psi = \frac{\hat{z} - b(x, y)}{\hat{s}}, \quad (46)$$

$$\rho = s / \hat{s}. \quad (47)$$

Координатите x , y и s са независими, но не образуват декартова система. Отместването в x -или y -посока не променя координатата s , следователно изместването е успоредно на земята. По същия начин, изместването в s -посока не променя координатите x и y .

Чрез определяне $v_s = 0$ за $s = 0$ се гарантира, че потокът е точно успореден на повърхността на терена.

Дивергенцията на вятърното поле по отношение на клетка на решетката се изчислява с помощта на компонентите на полето на Arakawa-C v_x , v_y , и $\tilde{v}_s = \psi v_s$: Според интегралната теорема на Гаус, дивергенцията е равна на нетния поток през тази клетката на решетката, разделен на обема на клетката. Потокът през вертикалната повърхност на клетката е произведение на повърхността на зоната и съответния Arakawa-C компонент; потокът през горната или долната повърхност на клетката (като цяло извита повърхност) е произведение на хоризонталната проекция на повърхността (тук квадрат на хоризонтална решетка Δ) и съответстващия Arakawa-C компонент $\tilde{v}_s$.

В обособени координати (виж раздел В.2), дивергенцията D_{ijk} се изчислява за всяка клетка на решетката V_{ijk} ($i = 1..n_x$, $j = 1..n_y$, $k = 1..n_z$) както следва:

$$D_{ijk} = \frac{1}{V_{ijk}} \left[F_{x;i,j,k} v_{x;i,j,k} - F_{x;i-1,j,k} v_{x;i-1,j,k} + F_{y;i,j,k} v_{y;i,j,k} - F_{y;i,j-1,k} v_{y;i,j-1,k} + \right. \\ \left. \Delta^2 \tilde{v}_{s;i,j,k} - \Delta^2 \tilde{v}_{s;i,j,k-1} \right]. \quad (48)$$

Вертикалните повърхности на клетката на решетката $F_{x;ij,k}$, перпендикулярна на оста x , и $F_{y;ij,k}$, перпендикулярна на оста y , и обема на клетката, V_{ijk} , могат да бъдат определени от стойностите на височината $Z_{ij,k}$ на пресечните точки на решетката (ъгловите точки на клетките на мрежата):

$$F_{x;ij,k} = \frac{\Delta}{2} (Z_{i,j-1,k} + Z_{i,j,k} - Z_{i,j-1,k-1} + Z_{i,j,k-1}) \quad (49)$$

$$F_{y;ij,k} = \frac{\Delta}{2} (Z_{i-1,j,k} + Z_{i,j,k} - Z_{i-1,j,k-1} + Z_{i,j,k-1}) \quad (50)$$

$$V_{i,j,k} = \frac{\Delta^2}{4} (Z_{i-1,j-1,k} + Z_{i-1,j,k} + Z_{i,j-1,k} + Z_{i,j,k} - Z_{i-1,j-1,k-1} - Z_{i-1,j,k-1} - Z_{i,j-1,k-1} - Z_{i,j,k-1}) \quad (51)$$

D.1.2 Диагностична процедура

Като се има предвид профил на терена $b(x,y)$ и първоначално поле на потока $\mathbf{u}(\mathbf{r})$ ⁵⁰, диагностичната процедура определя поле $\mathbf{v}(\mathbf{r})$, което отговаря на условията

$$\nabla \cdot \mathbf{v} = 0, \quad (52)$$

$$\int \frac{1}{2} \{a_h(v_x - u_x)^2 + a_h(v_y - u_y)^2 + a_v(v_z - u_z)^2\} dV = \min! \quad (53)$$

Коефициентите a_v и $a_h = 1/a_v$ контролират дали по-голяма тежест се дава на вертикалния или хоризонталния компонент на скоростта при минимизиране на отклонението. Ако u е хоризонтално, хомогенно поле, се получава потенциален поток $a_v = 1$. С $a_v \gg 1$ се създава поле с усилен страничен поток около препятствия, както съответства на условията за стабилна стратификация.

С параметъра на Лагранж $\lambda(\mathbf{r})$ уравненията (52) и (53) дават следната вариация на задачата

$$\delta \left\{ \int \frac{1}{2} [a_h(v_x - u_x)^2 + a_h(v_y - u_y)^2 + a_v(v_z - u_z)^2] dV + \int \lambda(\mathbf{r}) \nabla \cdot \mathbf{v} dV \right\} = 0 \quad (54)$$

⁵⁰Нотация: Символите в удебелен шрифт означават вектори, например $\mathbf{r}$ е векторът на позицията.

Точка с горен индекс обозначава скаларното произведение между два вектора, $\nabla \cdot \mathbf{v}$ е дивергенцията на полето

дивергенцията на полето $\mathbf{v}(\mathbf{r})$. dV е елементът на обема около точката $\mathbf{r}$, df е елемент на повърхността.

От това търсеното $\mathbf{v}(\mathbf{r})$ следва, че

$$\begin{aligned} v_x &= u_x + \frac{1}{a_h} \frac{\partial \lambda}{\partial x} \\ v_y &= u_y + \frac{1}{a_h} \frac{\partial \lambda}{\partial y} \\ v_z &= u_z + \frac{1}{a_v} \frac{\partial \lambda}{\partial z} \end{aligned} \quad (55)$$

При условие, че

$$\oint \lambda \delta \mathbf{v} \cdot d\mathbf{f} = 0 \quad (56)$$

Това предполага, че навсякъде на граничната повърхност, където нормалният компонент на $\mathbf{u}$ не е дефиниран изрично, функцията λ трябва да приеме стойност 0.

За числено изчисление, $\lambda(\mathbf{r})$ се дискретизира върху централните точки на клетките на изчислителната решетка. Условието на изчезваща дивергенция за $\mathbf{u}(\mathbf{r})$ се трансформира в условие на изчезващ поток през общата повърхност на клетката на решетката. Това дава толкова на брой уравнения колкото са променливите λ_{ijk} и получената система от уравнения може да бъде решена итеративно.

D.1.3 Разглеждане на профил на терена

Трябва да се елиминира дивергенцията, която се създава чрез прилагането на граничните условия за профила на терена и чрез въвеждането на граничния слой на Прандтл. Тук се използва методът ADI (имплицитни редуващи се посоки) вместо общия метод SOR (последователна свръхрелаксация); макар и да не е толкова ефективен в някои ситуации, той има по-добри свойства на ковергенция за стръмен терен и силно вариращи размери на клетките във вертикала.

Параметър a_v е функция на числото на Струхал S_r и - както при други диагностични модели - той е също

$$a_v = \sqrt{\frac{a_v}{a_h}} = \frac{1}{2} S_r^2 + \sqrt{1 + \frac{1}{4} S_r^4} \quad (57)$$

Числото на Струхал е продукт на честотата на Brunt-Väisälä frequency N_{BV} ,

$$N_{BV} = \sqrt{\frac{g \vartheta'}{\vartheta}}, \quad (58)$$

с ϑ = потенциална температура, ϑ^0 = вертикален градиент на ϑ , g = ускорение на гравитацията $9,81 \text{ m/s}^2$ и характерно време t_c ,

$$S_r = N_{BV} t_c. \quad (59)$$

Характерното време t_c може да бъде определено като коефициент на характерна дължина L_c и характерна скорост v_c ,

$$t_c = \frac{L_c}{v_c} . \quad (60)$$

Тук, дължината L_c е зададена на геометричната средна стойност на характерната височина на терена, h_c , и неговия характерен хоризонтален обхват l_c ,

$$L_c = \sqrt{l_c h_c} \quad (61)$$

В контекста на настоящия модел се разглежда само неутрална и стабилна атмосферна стратификация, следователно $\vartheta^0 \geq 0$.

За $v_c(z)$ се използват скоростите на необезпокоявания едноизмерен профил на вятъра без логаритмична част. Височина h_c се изчислява от средната дисперсия на височината на терена $b(x,y)$, а дължина l_c от средния квадрат на наклона на терена, $\gamma(x,y)$:⁵¹

$$h_c = 4 \sqrt{\int [b(x,y) - \bar{b}]^2 dx dy / F} \quad (62)$$

$$c \quad F = \int dx dy = (x_{max} - x_{min})(y_{max} - y_{min}) \quad (63)$$

$$\bar{b} = \int b(x,y) dx dy / F \quad (64)$$

$$l_c = \frac{h_c}{2\gamma} \quad (65)$$

$$\gamma^2 = \int \left[\left(\frac{\partial b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial b}{\partial y} \right)^2 \right] dx dy / F \quad (66)$$

Ако заместванията $a_v v_z \rightarrow v_z$, $a_v z \rightarrow z$ се извършват с константа a_v , тогава $u_z \equiv 0$ връща отново уравненията (52) и (53), но за случая $a_h = a_v = 1$. Това означава, че – ако u е константа – въвеждането на параметърът a_v причинява мащабиране на профила на терена, след това се изчислява потенциален поток за този профил и накрая профилът на терена отново се мащабира обратно. Това показва и границите на модела: дори висока стойност на a_v не предотвратява свръхпоток над хълм, а само го намалява. Това е различно за реален поток при стабилна стратификация.

⁵¹ За вложени решетки тези стойности се определят от най-грубата решетка и след това се използват за всички решетки.

D.1.4 Моделиране на граничен слой на Прандтл

Граничният слой на Прандтл се включва след разглеждане на профила на терена. Това изглежда по-точно, отколкото да се осигури входящия поток с пълен профил на вятъра от самото начало.

Дивергенцията се отстранява ефективно чрез добавяне на подходящо градиентно поле $\nabla\lambda$ (за неутрална стратификация с $a_h = a_v = 1$). Това оставя завъртането на първоначалното поле непроменено. Значителна част от въртенето се причинява от накланянето на вятъра в слоя Прандтл, особено логаритмичната му част (увеличаване на скоростта на вятъра с увеличаване на разстоянието от земята). Запазването на въртене предполага, че разликата в скоростта между долната и горната граница на слоя Прандтл е запазена.

За поток през билото се развива повишена скорост на вятъра над върха на билото. Тъй като въртенето е запазено, трябва да настъпи увеличение толкова близо до земята на върха на билото, оставяйки нереалистично висока скорост на вятъра при земята, ако първоначалното поле на вятъра вече включва слоя Прандтл.

Прилагането на слоя Прандтл след диагностичната процедура с помощта на зависим от височината коефициент също не е задоволително от теоретична гледна точка, но поне изглежда, че се избягват някои от представените систематични грешки. На практика, профилът на входящия поток се определя от модела на граничния слой, но логаритмичната му част в долните 200 метра се елиминира с деление на $\ln(z/z_0)/l_{200}$, където $l_{200} = \ln(200/z_0)$. В предпоследната стъпка от изчисляването на полето на вятъра за структуриран терен, стойностите на най-ниските 200 метра отново се умножават по този коефициент.

D.2 Ефекти на сгради

Ефектите на сградите се включват както следва:

1. Взима се полето на вятъра, което описва потока без сградите (нулево поле u_0).
За равен терен, това поле е хоризонтално хомогенно поле, описващо входящия поток; за структуриран терен, това е диагностичното поле на вятъра, изчислено, както е посочено по-горе, но проектирано върху обикновена координатна система; и в двата случая, нулевото поле включва слоя Прандтл.
2. Въвеждат се граничните условия (изчезващ нормален компонент на повърхностите на сградата) и се добавя рециркуляционно поле $\mathbf{R}$, което представя по опростен начин зоните за рециркулация в подветрената от вятъра страна на сградите, както се наблюдава във вятърния тунел (емпирично поле на вятъра $\mathbf{u} = \mathbf{u}_0 + \mathbf{R}$).
3. Намира се полето на вятъра без дивергенция, включващо граничните условия и стесненията, докато се отклонява възможно най-малко от емпиричното поле на вятъра $\mathbf{u}$ (диагностично поле на вятъра $\mathbf{u}$).

Тази стъпка съответства на решението на системата от уравнения за параметрите на Лагранж λ_{ijk} , описана в раздел D.1. За разлика от обработката на профила на терена, тук не се използва метод ADI (имплицитни редуващи се посоки), а по-простият метод

SOR (последователна свръхрелаксация). Тъй като в близост до сградата преобладава влиянието на сградата, за решението се приема неутрална стратификация ($a_h = a_v = 1$).

4. Определят се спомагателните полета, които позволяват при изчисляването на дисперсията да се вземе предвид допълнителната турбулентност, предизвикана от сградите.

D.2.1 Рециркулация

Полето за рециркулация се създава с помощта на поле, което съответства на електрическото поле на хомогенен повърхностен заряд, прикрепен към подветрената страна на сградата. Използването на електрическо поле има предимството, че редица от желани свойства (виж по-долу) се изпълняват автоматично.

Вземат се предвид само лицата, които са разположени от подветрената страната на сградата, т.е. тези, за които $\mathbf{n}_i \cdot \mathbf{u}_0 > 0$, където $\mathbf{u}_0$ е нулевото поле и $\mathbf{n}_i$ е нормалният вектор на частичното лице с индекс i (насочен навън от сградата). Прикрепена към частичното лице е хомогенна плътност на заряда $\rho_i = 2(\mathbf{n}_i \cdot \mathbf{u}_0) / |\mathbf{u}_0|$. Полето, създадено от този повърхностен заряд, се обозначава с $\mathbf{g}_i$. Общото поле $\mathbf{E}$ е резултат от наслагването на всички частични полета $\mathbf{g}_i$,

$$\mathbf{E}(r) = \sum_i \mathbf{g}_i(r) \quad \text{mit} \quad \mathbf{g}_i(r) = \frac{\rho_i}{4\pi} \int_{A_i} \frac{r - a}{|r - a|^3} d^2a . \quad (67)$$

Интегралът преминава над всички точки a на частичното лице A_i . За да се гарантира, че нормалният компонент на $\mathbf{E}$ изчезва на нивото на земята, сумата включва също полетата на частичните лица, които са огледални образи на оригиналните лица по отношение на земната равнина.

Полето $\mathbf{E}$ има следните желани свойства:

- То е свободно от завъртане.
- В центъра пред (изолирано) лице, то е ортогонално спрямо лицето и неговата абсолютна стойност се доближава до стойност 1 към лицето.
- Обхватът му се мащабира с размера на лицето.
- Независимо е от това дали и как дадено лице е разделено на по-малки частични лица (принцип на суперпозиция).
- На известно разстояние от лицето, формата му не зависи от това дали основата на лицето е определена в точната му или в растерирана форма.

Полето на рециркулация R се получава чрез подрязване на E :

Стъпка 1: Намаляване на z -компонента,⁵²

$$E_1 = (I - a_5 zz) \cdot E . \quad (68)$$

Стъпка 2: Усилване на компонента успоредно на посоката на необезпокоявания поток,

$$E_2 = \left(\frac{E_1 \cdot u_0}{|E_1||u_0|} \right)^{\frac{a_2}{|E_1|}} E_1 . \quad (69)$$

Стъпка 3: Ограничаване диапазона на абсолютни стойности,

$$E_3 = \min(a_3, |E_2|) \frac{E_2}{|E_2|} \quad \text{und} \quad E_3 = 0 \quad \text{für} \quad E_2 < a_4 . \quad (70)$$

Стъпка 4: Мащабиране със средната скорост на входящия поток,

$$R = -a_1 \bar{u}_0 E_3 . \quad (71)$$

Средната скорост на входящия поток $\bar{u}_0$ в последната стъпка е резултат от локалното нулево поле, осреднено вертикално над $|E_3|$.

Първите две стъпки въвеждат въртене в полето, така че в диагностичното поле може да се развие вихър от подветрената страна. Усилването в стъпка 2 разтяга полето по посока на необезпокоявания поток. Тук, намаляването на z -компонента в стъпка 1 предотвратява твърде голямото намаляване на полето в горната част на сградата. Коефициентите a_1 и a_3 в последните две стъпки определят степента и силата на рециркулацията.

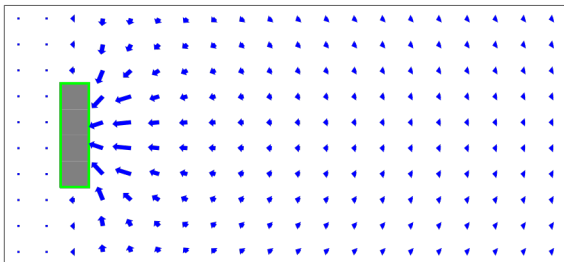
Следните предпазни мерки са въведени, за да се подобри стабилността на модела на практика и да се избегне появата на артефакти в сложни сградни конструкции:

1. Сградите са представени вътрешно само в растерна форма на изчислителната решетка, за да се коригират по надежден начин неточните спецификации на сгради, като припокривания или малки пропуски. Следователно, частичните лица A_i винаги имат ориентацията и обхват на лицата на клетките в решетката.
2. За да се вземе предвид засенчването от други сгради, полето, произведено от лице A_i , действа само върху клетки от решетката, които са видими от това лице.⁵³
3. Общото поле R е ограничено до цялостната геометрична подветрена страна, получена от нулевото поле.

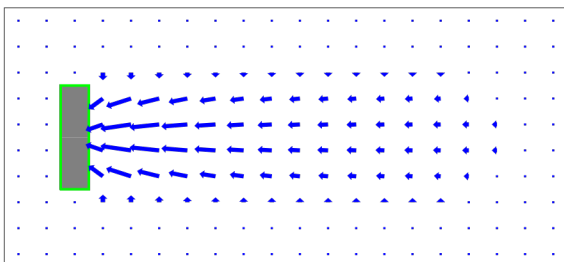
⁵² Векторите, написани един до друг без знак за операция, образуват тензор. Компонентите на ab са $[ab]_{ij} = a_i b_j$, скаларният резултат е $[ab \cdot cd]_{ij} = \sum_k a_i b_k c_k d_j$, а двукратният скаларен резултат е $ab \cdot \cdot cd = \sum_{i,j} a_i b_j c_j d_i$. Тензорът на единството се обозначава с I , т.е. $I_{ij} = \delta_{ij}$.

⁵³ За всяка клетка на решетката се проверява дали линията на свързване между нейната централна точка и централната точка на зоната срязва клетка на решетката, която е част от сграда, като последната точка се измества с половин размер на клетката в посока на потока.

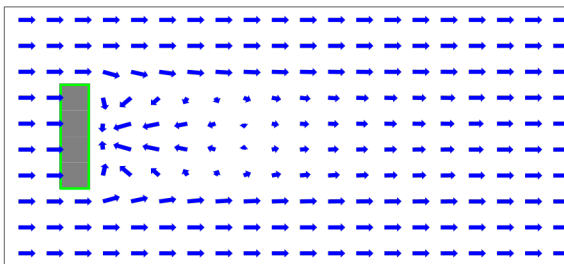
Стъпките, които извеждат диагностично поле на вятъра u , са изобразени схематично на следващите фигури.



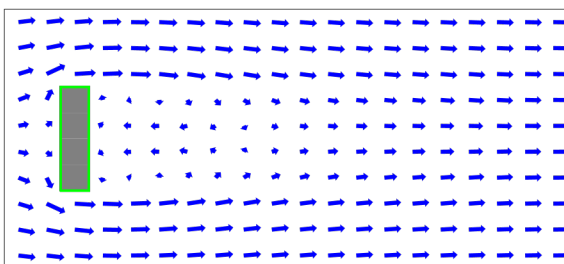
1. Определяне на спомагателното поле E .



2. Определяне полето на рециркуляция R .



3. Добавянето му към нулевото поле u_0 .



4. Изчисляване на диагностичното поле u .

D.2.2 Слой на Прандтл и фронтален вихър

Нулевото поле обикновено съдържа слой на Прандтл. Ако такъв поток се приближи до препятствие се развива фронтален вихър. Произходът на вихъра е градиентът на налягането, който се произвежда от вертикално нехомогенен входящ поток. За разлика от него, вертикално хомогенен входящ поток не създава член вихър.⁵⁴ В близост до препятствието, вихърът се простира от земята до около 50% до 60% от височината на препятствието, по-нататък пред препятствието неговия вертикален обхват зависи от вертикалния профил на входящия поток. Хоризонталният обхват на фронталния вихър се определя от височината на препятствието и обхвата му перпендикулярно на посоката на потока.

Вертикалното нехомогенното нулево поле съдържа въртене, което се запазва при изчисляването на диагностичното поле на вятъра. Това първоначално завъртане трябва да бъде компенсирано почти веднага, за да се избегне появата на изкуствен поток в посока на входящия. За разлика, първоначалното въртене произвежда пред препятствието - подобно както в природата - фронтален вихър в диагностичното поле на вятъра с размер и величина, подобни на наблюдаваното.

Следователно, при добавяне на рециркуляционното поле, нулевото поле се замества на всички места с неизчезващо рециркуляционно поле (т.е. предимно вследствие на препятствието) с вертикално постоянно поле u_0^- (нулевото поле, вертикално осреднено над рециркуляционното поле).

D.2.3 Повишена турбулентност предизвикана от сградата

Потокът около сграда причинява повишена турбулентност и дифузията в зоната на въздушна струя, което може да се отчете при изчисляване на дисперсията чрез допълнителни полета за колебание в скоростта на вятъра и коефициентите за дифузия. Тези допълнителни полета се настройват на базата на полето за рециркуляция. Стандартните отклонения на допълнителните колебания в скоростта се определят като

$$\hat{\sigma}_{u,v,w}(r) = \sqrt{|E_2(r)|} f_s \bar{u}_0(r) , \quad (72)$$

и допълнителните коефициенти на дифузия във формата

$$\hat{K}_{h,v}(r) = f_k 2\bar{z} \hat{\sigma}_u(r) \quad (73)$$

Тук, $\bar{u}_0$ отново е вертикално осредненото нулево поле, f_s и f_k са коефициенти на единица ред, а $\bar{h}$ означава средната височина на сградите.

По аналогия с настройката на рециркуляционното поле, квадратният корен на $|E_2|$ е ограничен до стойности, по-малки от a_3 и зададени на нула за стойности, по-малки a_4 .

⁵⁴ Виж Hosker, R.P., *Поток и дифузия в близост до препятствия*, в: Atmospheric Science and Power Production, SOE/TIC-27601, ISBN 0-87079-126-5, 1984.

Следователно, максималната стойност на $\hat{\sigma}_{u,v,w}$ е $a_3 f_s u_0^-$, а тази на $K_{h,v}$ съответно $a_3 f_s f_k h^- u_0^-$.

Подобно на полето на рециркулация, допълнителните полета са ограничени до геометричната въздушна струя, произведена от нулевото поле. Въпреки това, за по-добро сходство с експерименталните измервания, те са продължени линейно до горната част на сградата с намаляваща величина надолу до нула при h_s пъти височината на сградата, а хоризонтално геометричната въздушна струя се увеличава до ъгъл на отворяне a_s градуса.

D.2.4 Параметри на модела

Параметрите на модела, зададени в *TALdia* според окончателния доклад *taldmk.pdf*:

Параметър	Стойност
a_1	6.0
a_2	1.0
a_3	0.3
a_4	0.05
a_5	0.7
a_s	15
f_k	0.3
f_s	0.5
h_s	1.2

Е Отлагане на седиментен прах

TA Luft указва само една скорост на утаяване за всеки от класовете на диаметър на утаяващия прах (класове 3, 4 и u). Това означава, че за дадена скорост на вятъра, траекториите на всички частици от даден клас имат еднакъв вертикален среден наклон. Това може да доведе до пръстенообразна структура на разпределението на пространственото отлагане. Условието за появата на това са:

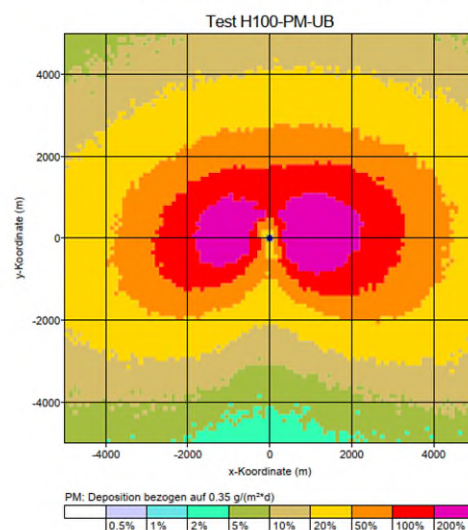
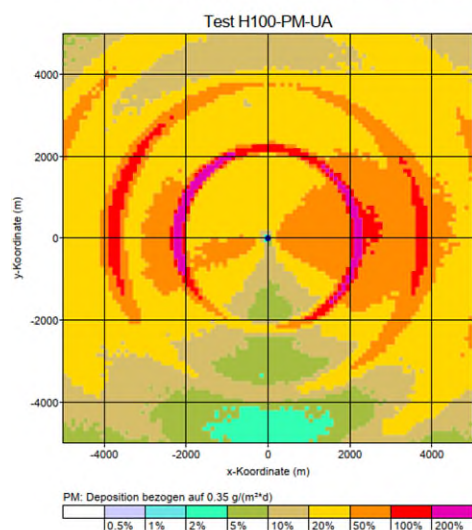
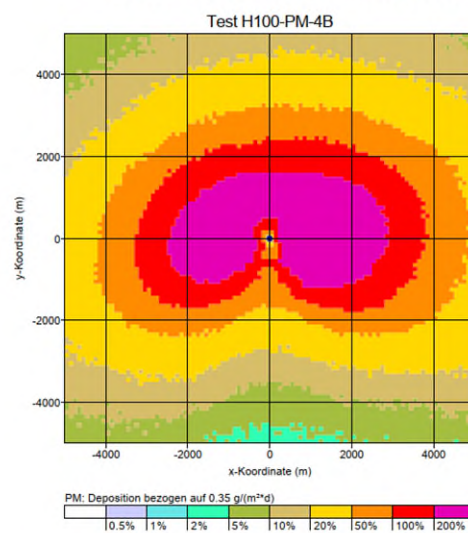
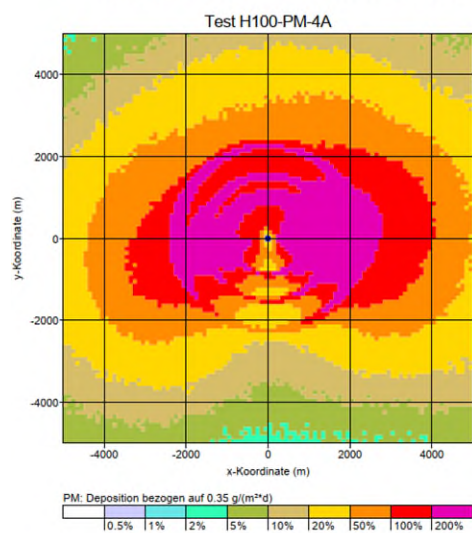
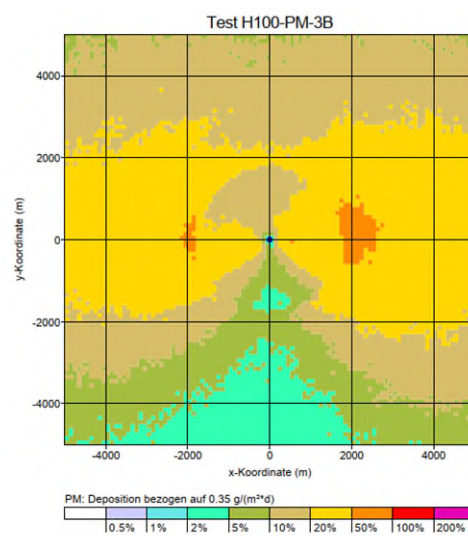
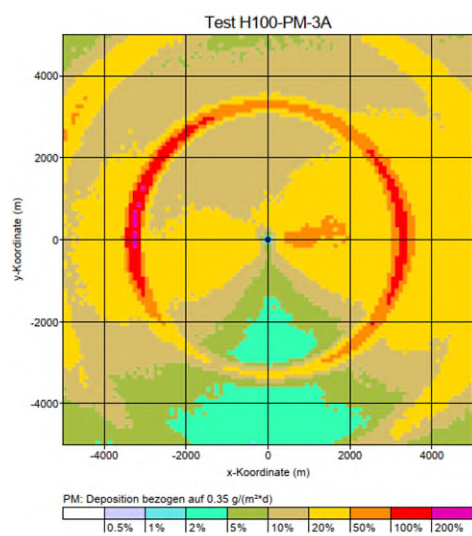
- изчисление на дисперсията с AKS,
- чести ситуации на стабилна стратификация при ниска скорост на вятъра,
- големи височини на източника без издигане на струята,
- малка грапавост на повърхността,
- малък принос на ФПЧ-10 към общите ФПЧ.

Във всички останали случаи, пръстеновидните структури или не са видими, или нямат значение за оценката, или са извън търсената зона на изчисляване.

Следващите фигури вляво изобразяват тестовите изчисления H100PM-3A, H100-PM-4A и H100-PM-UA като средната годишна стойност на отлагане за трите класа на диаметър на частицата при източник с височина 100 m без издигане на струята, $z_0 = 0.1$ m и AKS от Южна Германия.

В такива случаи, опростяването с използване само на една скорост на утаяване за всеки клас не е подходящо, а по-добър начин за моделиране е прилагането на целия спектър на диаметър във всеки клас; тук за клас 4 и клас u (неизвестно) се прилага горна граница на аеродинамичния диаметър 100 μ m. Скоростта на утаяване v_s се изчислява след това за всяка частица поотделно според нейния диаметър; методът на изчисление е определен в насока VDI 3782, част 1. Скоростта на отлагане v_d е зададена с 0,01 m/s по-висока от v_s .

Този тип моделиране се избира от програмата, когато опциите NOSTANDARD и SPECTRUM са посочени в параметър os. Изчисленията H100-PM-3B, H100-PM4B и H100-PM-UB показват, че изчезват както структурата на пръстена, така и структурата на звездата.



F Точност на изчисляването на часовете на миризмата

Ако се извърши изчисляване на дисперсията за определяне на честотата на часовете на миризма с твърде малък брой частици, тогава може да се отбележи, че в допълнение към грешката в извадката се появява системна грешка: получената честота на часовете на миризма е твърде ниска и отклонението по отношение на реалната стойност е значително по-голямо от обозначена статистическа несигурност.

Този ефект може да се демонстрира със следния прост пример за точков източник на височина:

```
az ". . /anno95.akterm"
z0      0.2
hq      15
vq      10
dq      1
odor 28000
```

Програмата (версия 2.1) определя следната симулационна решетка:

```
dd      16
x0      -1008
nx      126
y0      -1008
ny      126
nz      19
```

При промяна на нивото на качество qs между -4 и +2 (честота на частиците между 0,125 и 8 в секунда), се получават следните стойности за максималната честота на миризма $h_{GS,max}$, нейното абсолютно стандартно отклонение $s_{GS,max}$ и съответните стойности в точка P = (-500m, 500m) (клетка на решетката $i=32, j=95$):

	Версия 2.1				Версия 2.2			
Ниво	Максимална стойност		Точка P		Максимална стойност		Точка P	
qs	$h_{GS,max}$	$s_{GS,max}$	$h_{GS,P}$	$s_{OH,P}$	$h_{GS,max}$	$s_{GS,max}$	$h_{GS,P}$	$s_{GS,P}$
-4	7.1	0.13	1.3	0.059	8.2	0.13	1.6	0.059
-2	9.8	0.13	2.1	0.069	10.7	0.13	2.4	0.069
0	11.0	0.11	2.6	0.067	11.0	0.11	2.6	0.067
+1	11.3	0.09	2.6	0.063	11.4	0.09	2.7	0.063
+2	11.3	0.08	2.6	0.053	11.3	0.08	2.7	0.053

Докато във версия 2.1 появата на час с миризма се изчислява като вероятност (виж доклад за проекта), във версия 2.2 се прилага просто да/не заключение, което показва само дали средната часова концентрация на аромат надвишава прага на оценка c_{BS} ($0,25 \text{ OU/m}^3$) или не. По-примитивният подход показва на практика по-малко подценяване и затова е приет като стандартен подход във версия 2.2.

За да се разбере ефектът на систематично подценяване, важно е да се разбере как AUSTAL изчислява средната часова концентрация и по този начин вероятността от възникване на час на миризма.

Симулационната решетка се състои от клетки, които се използват за преброяване на обемите. Всеки път, когато траекторията на частица, която представлява количеството m на веществото, пресича клетка (ширина b , дълбочина d), частицата допринася за концентрацията. Тези приноси се добавят под формата на доза D . Приносът на i -тата частица към дозата е количеството m_i , умножено по времето t_i , за което частиците остават в клетката,

$$D_i = m_i t_i \quad (74)$$

Ако (хоризонталната) скорост на вятъра е u , тогава $t_i \approx b/u$. Количеството на веществото m_i , което се транспортира от частица, е общата емисия q , разделена на скоростта на емисията r , следователно

$$D_i = \frac{qb}{ru} \quad (75)$$

За да се получи средната концентрация C за тази клетка от общата доза D , D трябва да се раздели на обема на клетката $V = b^2 d$ и осредненото време t_H (3600s). Следователно, приносът на i -тата частица към концентрацията е

$$C_i = \frac{q}{rubdt_H} \quad (76)$$

За да достигнат концентрация, равна на прага на оценка c_{BS} на час на миризма, траектории $n = c_{BS}/C_i$ трябва да пресичат клетката,

$$n = c_{BS} rubdt_H / q \quad (77)$$

В тази оценка сега са добавени числата от разглеждания пример:

c_{BS}	0.25	OU/m^3
r	0.125	s^{-1}
u	0.2	m/s
b	16	m
d	3	m
t_H	3600	s
q	28000	OU/s

За u се използва приблизителна стойност близо до земята, при условие, че духа слаб вятър с 0.7m/s на височина 10m над земята. Скоростта на емисиите съответства на нивото на качество -4 (скорост на частиците $0,125$ в секунда). Получава се

$$n \approx 0.04 \quad (78)$$

Това означава, че клетка, в която се очаква концентрацията да бъде равна на прага за оценка, се пресича само с 4% вероятност и то само по една траектория. Изчислената от програмата честота на миризма е под 4%, докато всъщност тя трябва да бъде 50%.

Когато клетка е пресечена от траектория, частицата допринася за стойността на концентрацията с количество, което е 25 пъти от прага на оценка. Въпреки това, програмата във версия 2.1 не оценява това събитие като пълен час на миризма, тъй като разпознава тази стойност, произхождаща от само едно събитие, и затова ѝ присвоява 100% несигурност. Съответно, вероятността за възникване на час на миризма е определена на по-малко от 1. Това не се случва с просто заключение да/не, така че версия 2.2 е по-малко вероятно да води до подценяване.

В случаите, когато клетката не се пресича по никаква траектория (в този пример 24 от 25 случая) и двете версии регистрират стойност на концентрацията 0. Програмата е сигурна, че няма час на миризма и няма причина за съмнение. Следователно, нулевите стойности, които всъщност са произволни, се оценяват с голяма точност, което води до твърде ниска оценка на обща статистическата несигурност.

При цялостно изчисление с AKTerm, този резултат не е толкова драматичен, тъй като повечето ситуации се характеризират със значително по-висока скорост на вятъра. Уравнение (77) показва още, че по-големият размер на клетката b и по-високата скорост на емисиите r смекчават този проблем. Следователно, трябва да се използват вложени решетки, колкото е възможно по-голям размер на клетката (но все пак подходящ) и високо ниво на качество. Необходимо е да се обърне специално внимание при изчисления с много източници, тъй като частиците се разпределят към тези източници в съответствие с нормите на емисии.

Като правило може да се използва, че стойността на n , изчислена съгласно уравнение (77), не трябва да бъде по-малка от 1. Следователно, в този пример скоростта на емисии трябва да бъде увеличена с коефициент 25, т.е. нивото на качество, зададено на +1 (емитиране на 4 частици в секунда). Това съвпада с емпиричните резултати от изчислението на AKTerm, описано в началото на този раздел.

Възможни са, обаче, ситуации (определени комбинации от ниски и високи източници), при които всичко това не е достатъчно. В краен случай, все още остава да се изчисляват различни групи източници поотделно, при съответно оптимални условия, да се добавят времевите серии, изчислени за различни точки за мониторинг, и след това да се оценят. По този начин не се покрива цялата зона, но винаги се дават надеждни резултати за точките на наблюдение.

G Модел на граничен слой за други географски ширини

В насока VDI 3783, част 8 (2017) се определя модел на метеорологичния граничен слой, който отчасти отчита също зависимостта от географската ширина или Coriolis параметъра f_c . По-специално, височината на смесения слой за стабилна и непряка стратификация е функция на f_c , а въртенето на посоката на вятъра с височината зависи от величината и знака на f_c .

Следните въпроси или неясноти са възникнали при практическото прилагане на насоката в рамките на AUSTAL:

1. Съгласно раздел 7.5, за класове I, II, III/1 и III/2 се използва височина на смесения слой $h_m = 800$ m, освен когато

$$h_m = 0.3 \frac{u_*}{|f_c|} \quad (79)$$

(или коригиран период със стабилна стратификация, виж уравнение 66 от насоката) дава по-малка стойност. Максималната стойност от 800m е типична стойност по нашите географски ширини. За други географски ширини това не е задължително.

2. За класове IV и V стойността по подразбиране на височината на смесения слой е 1100m. Тази стойност също е типична за нашите географски ширини и не може лесно да се приспособи към други географски ширини.
3. Модулацията на височината на смесените слоеве за класове IV и V през месеците на годината (уравнение 67 от насоката) е валидна само за нашите географски ширини. За други географски ширини средната стойност, амплитудата и фазата трябва да бъдат променени.
4. Насоката ограничава приложението до географски ширини, по-големи от 25 градуса. За глобално приложение се изисква също и практично решение за места в близост до екватора.

Като част от прагматичния подход, в AUSTAL са приложени следните правила, които позволяват прилагането на модела на граничния слой, съгласно насока VDI 3783, част 8 (2017) за произволни географски ширини.

1. Широчината φ може да бъде определена чрез NOSTANDARD опция Glat (Glat = *стойност* в градуси). От Glat, Fcor се изчислява вътрешно, съгласно насока VDI 3783 част 8⁵⁵, стандартната стойност според насоката е $1.1 \cdot 10^{-4}$ 1/s.⁵⁶
2. При изчисляването на профила на вятъра, f_c се използва без ограничение на стойността.

⁵⁵ $f_c = 2\omega \sin \varphi$ с $\omega = 7,29 \cdot 10^{-5}$ 1/s.

⁵⁶ Тази стойност е закръглена и обхваща ширините от 49 до 52 градуса, $1,10 \cdot 10^{-4}$ 1/s е равна на 49 градуса

3. Временната модулация на височината на смесения слой за лабилна стратификация се извършва само когато f_c е равна на стойността по подразбиране $1.1 \cdot 10^{-4} \text{ 1/s}$ (допускат се отклонения под 0,001%).
4. За да се изчисли височината на смесения слой, се използват следните спомагателни

$$u_{*,i} = \frac{800 \text{ m} \cdot 1.1 \cdot 10^{-4} \text{ 1/s}}{0.3} = 0.293 \text{ m/s} \quad (80)$$

$$f_{25} = 6.1618 \cdot 10^{-5} \text{ 1/s} \quad (81)$$

$$h_{m,i} = 0.3 \frac{u_{*,i}}{\max(f_{25}, |f_c|)} = 800 \text{ m} \cdot \frac{1.1 \cdot 10^{-4} \text{ 1/s}}{\max(f_{25}, |f_c|)} \quad (82)$$

и $h_{m,i}$ замества височината 800 m от насоката.

Минималната стойност f_{25} е стойността на f_c за 25 градуса ширина. Диапазонът на стойностите на $h_{m,i}$ преминава от 604 m на ± 90 градуса ширина до 1428 m на географски ширини между -25 градуса и +25 градуса.

5. За лабилна стратификация се използва стойността $h_m = h_{m,i} + \Delta$. Тук Δ е равно на 0 за клас III/2, а за класове IV и V е равно на стандартното изместване между височините на смесен слой от клас IV и клас V по отношение на клас III/2 (300 m).
6. Изричните дефиниции на h_m отменят тези конвенции.
7. Вътрешно, във времевия файл `meteo.def`, стойностите на височината z_g на смесения слой за класове III/2, IV и V, са коригирани от средното ниво на земята (параметър `HmMean`), и тези стойности се използват по-късно в модела на граничния слой. За по-лесно боравене, във времевия файл `meteo.def` е въведен параметър `ZgMean` (z_g) и определянето на стойностите $h_{m,i} + z_g$ и $h_{m,i} + \Delta + z_g$ се осъществява вътрешно в модела на граничния слой (с контролен изход във файла `austal.log` на по-високо ниво на подробност).

Примери ($z_0 = 0.5\text{m}$, $d_0 = 3\text{m}$, $h_a = 13\text{m}$, $u_a = 3\text{m/s}$):

φ (Grad)	L (m)	K/M	h_m (m)	$r_{600m} - r_{0m}$ (deg)
49	99999	III/1	800	11
49	-400	III/2	800	8
49	100	II	168	37
49	-100	IV	1100	5
-49	99999	III/1	800	-11
10	99999	III/1	1428	4
10	100	II	225	34
10	-100	IV	1728	2
65	99999	III/1	666	13
65	100	II	153	37
65	-100	IV	966	6

H Индивидуални сравнения LBM-DE2012 и CORINE-2006

Използвайки като пример пътя до остров Райхенау при Боденското езеро, разделителната способност и заданието на класа съгласно LBM-DE2012 и TA Luft (2021) се сравняват с предишния кадастър, използван в AUSTAL2000, който се основава на CORINE-2006, и заданието на класа в TA Luft 2002. Сравнението се извършва графично, както за UTM координатната система (UTM32), така и за GK координатната система (GK3).

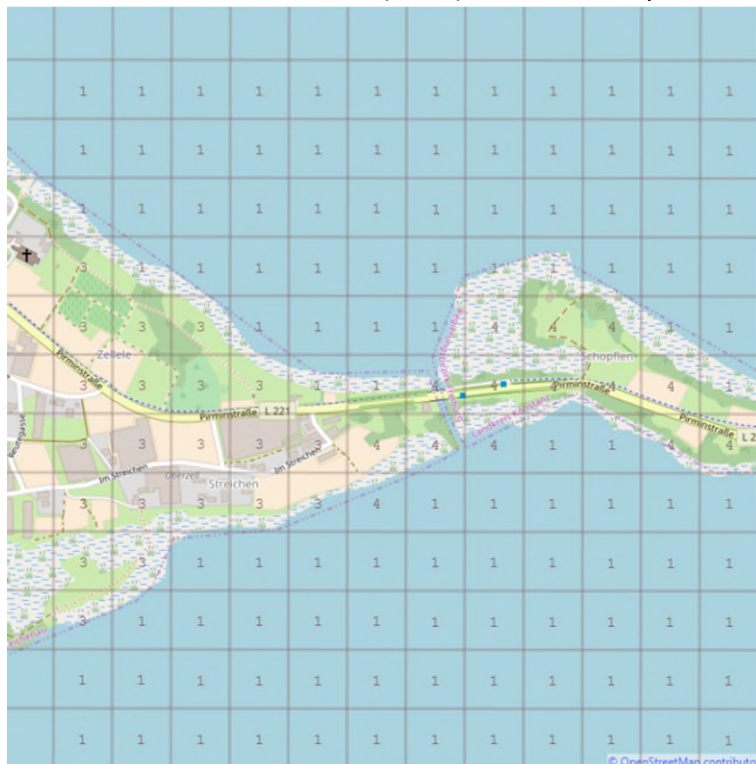
CORINE-2006/UTM, CLC-стойности



LBM-DE-2012/UTM, CLC-стойности



CORINE-2006/UTM с TA Luft (2002), класове на грапавост



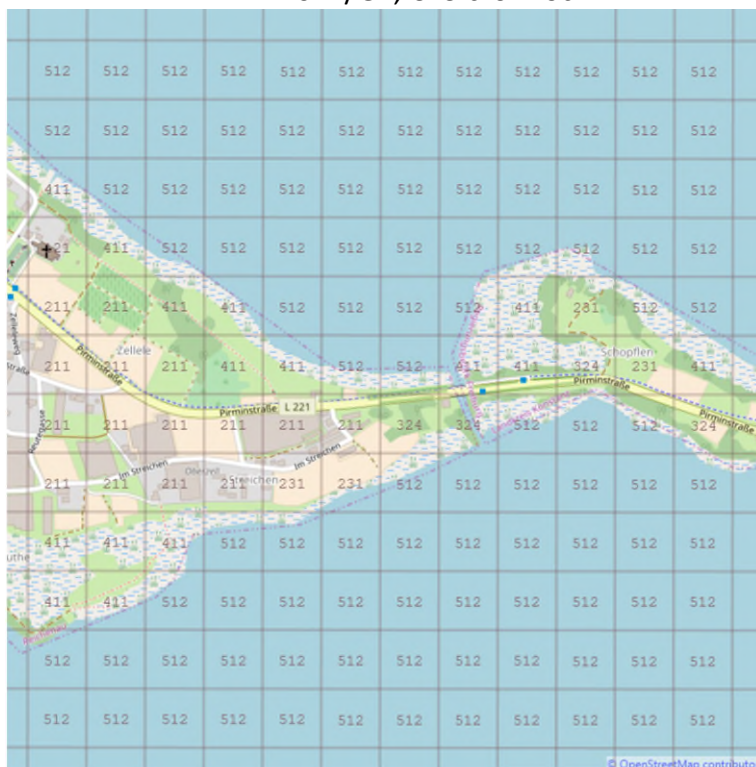
LBM-DE-2012/UTM с TA Luft (2021), класове на грапавост



CORINE-2006/GK, CLC-стойности



LBM-DE-2012/GK, CLC-стойности



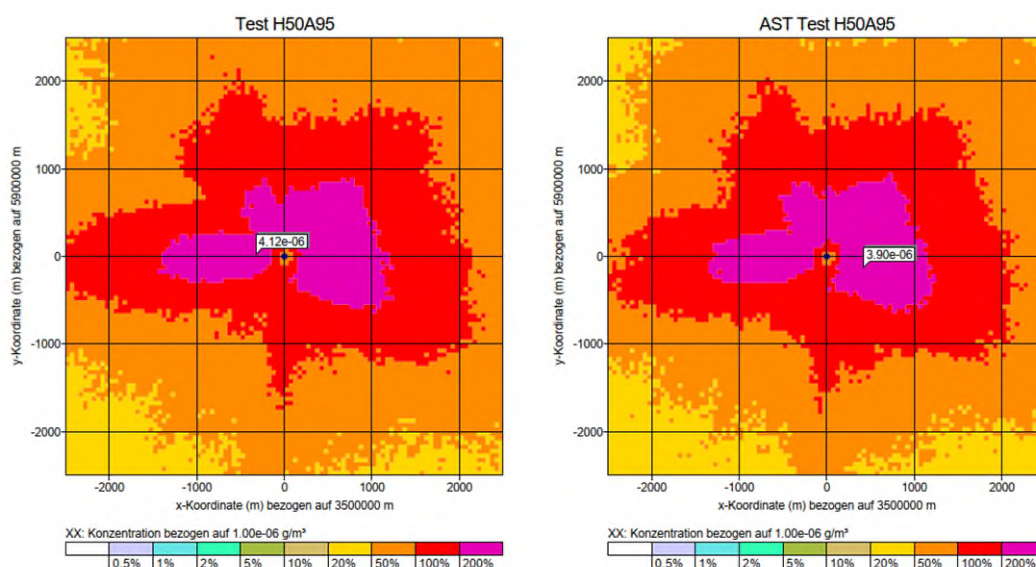
The map displays a coastal region with a grid overlay. Key features include:

- Coastline:** A prominent blue line runs diagonally across the upper portion of the map.
- Grid Values:** Numbers are placed at various intersections of the grid. Most cells contain the number '1'. Other visible numbers include '4' and '6'.
- Geographical Labels:**
 - Zellele
 - Schopfleim
 - Birminstraße
 - L 221
 - Im Strichen
 - Oberzell
 - Streichen
- Other Features:** A small black cross symbol is located near the top left. A dashed red line outlines a specific area. A green shaded region is visible on the right side.

I Сравнение с AUSTAL2000

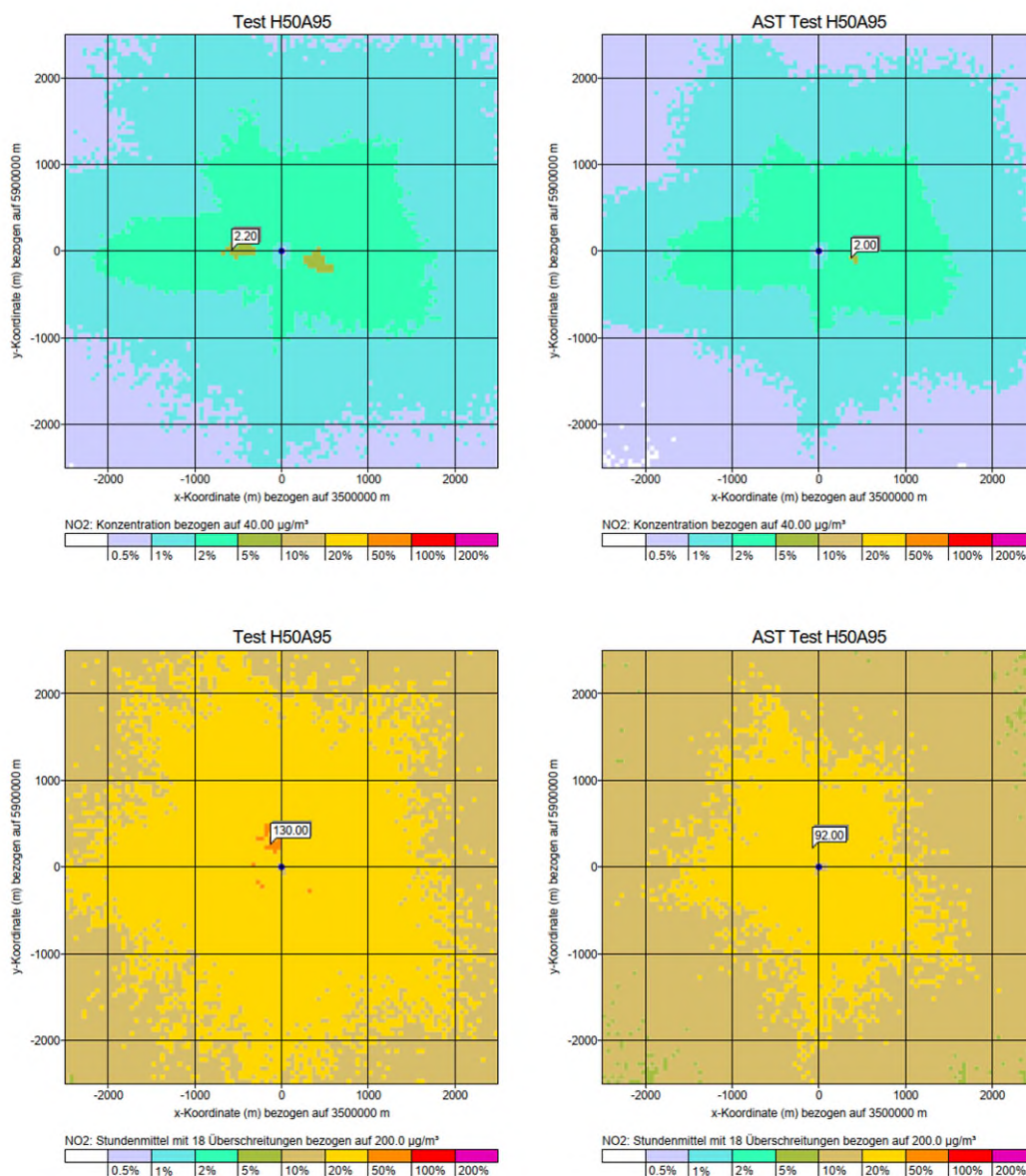
Разликите в резултатите между AUSTAL2000 (TA Luft 2002) и AUSTAL (TA Luft 2021) са илюстрирани с примери на изчисления на дисперсията. За сравненията са използвани версиите AUSTAL2000 2.6.11 и AUSTAL 3.0.2.

Следващата фигура показва средногодишната концентрация в близост до земята за неопределено вещество хх за пример AUSTAL2000 h50a95, където се отчита освобождаването от пасивен 50m висок точков източник. Вляво е резултатът от изчислението AUSTAL2000, отдясно е показано AUSTAL изчислението (съкращение AST). Позицията и височината на максималната стойност също са показани. Единствената разлика между двете изчисления е използваният модел на граничния слой, който тук води само до малки разлики в средната годишна стойност.



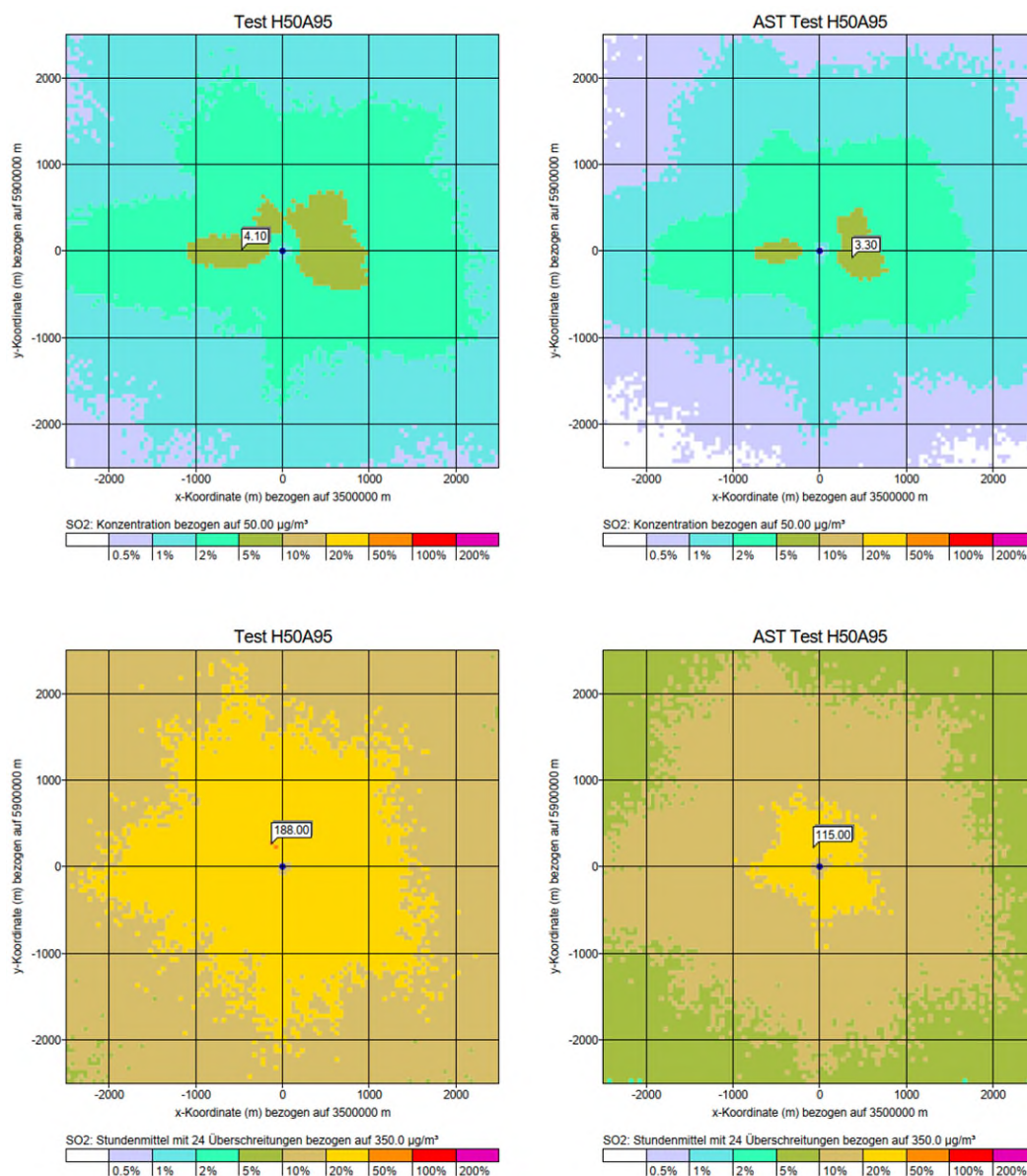
Следващата фигура показва сравнението за средната годишна концентрация на NO_2 . Докато за неопределеното вещество хх и при двете изчисления не се отчита отлагане, отлагането на NO_2 се отчита в AUSTAL, но не и в AUSTAL2000. Съответно, доколкото може да се заключи от графиките, разликите са малко по-големи. Изчислението с AUSTAL дава малко по-ниски концентрации от AUSTAL2000 поради взетото предвид намаляване. Този ефект се увеличава с увеличаване на разстоянието от източника.

За средната часова стойност на NO_2 , превишена 18 пъти, видимо на следващата фигура, разликите са още по-големи. Вероятно основната причина за това е, че с новия модел на граничен слой, реализиран в AUSTAL, се получават малко по-широки струи, така че максималните стойности в струите са по-малки. В годишната средна стойност това няма значение, докато при индивидуалните струи средната часова стойност има значение (съответно това също играе роля в изчисляването на честотата на часовете на миризма).



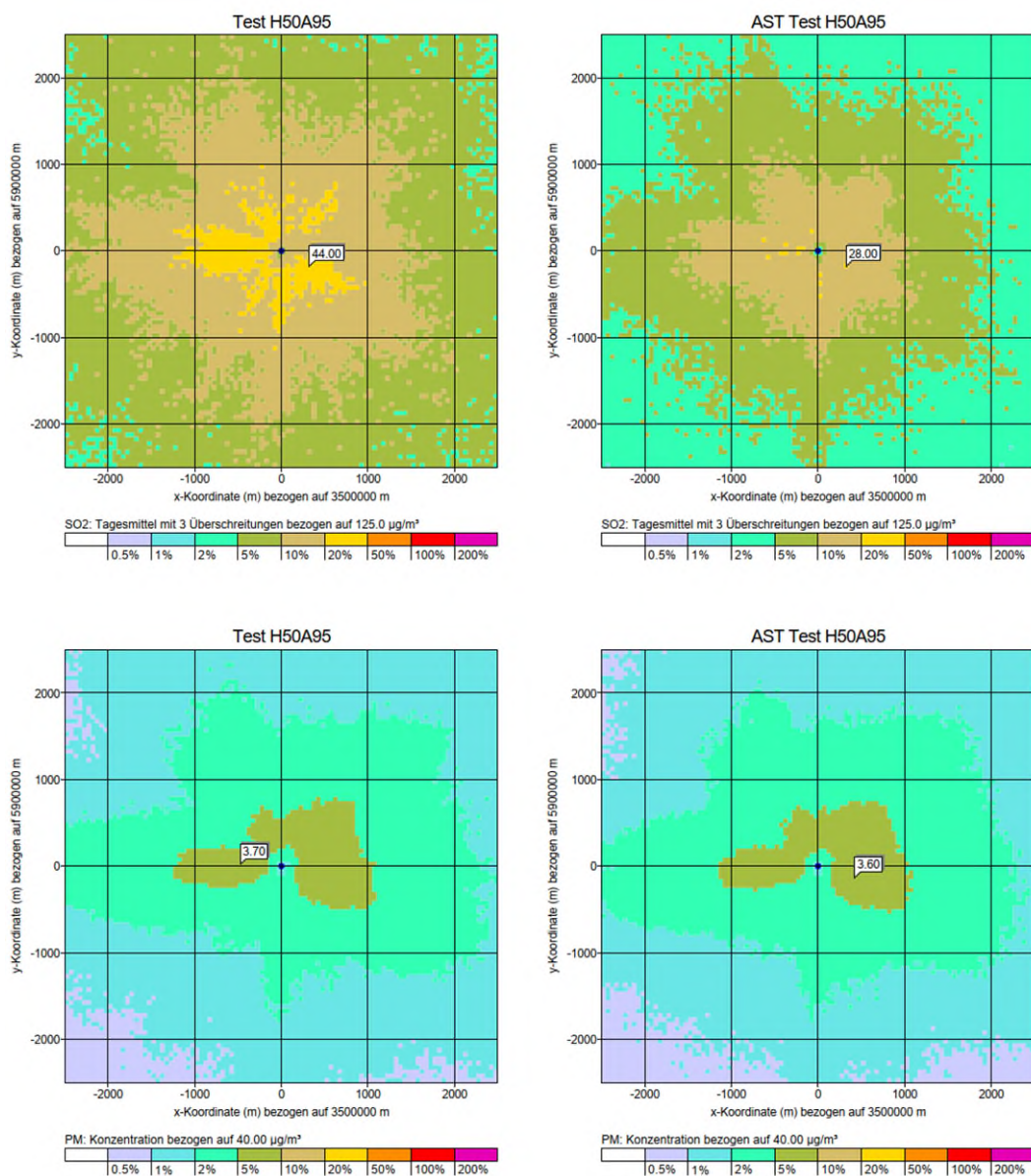
Следващата фигура показва средната годишна концентрация на SO₂. Отново AUSTAL взема предвид отлагането, за разлика от AUSTAL2000. Тъй като скоростта на отлагане за SO₂ е по-голяма от тази за NO₂, разликите са малко по-големи. При средната часова стойност, която е превишена 24 пъти, може да се види същият ефект както при NO₂.

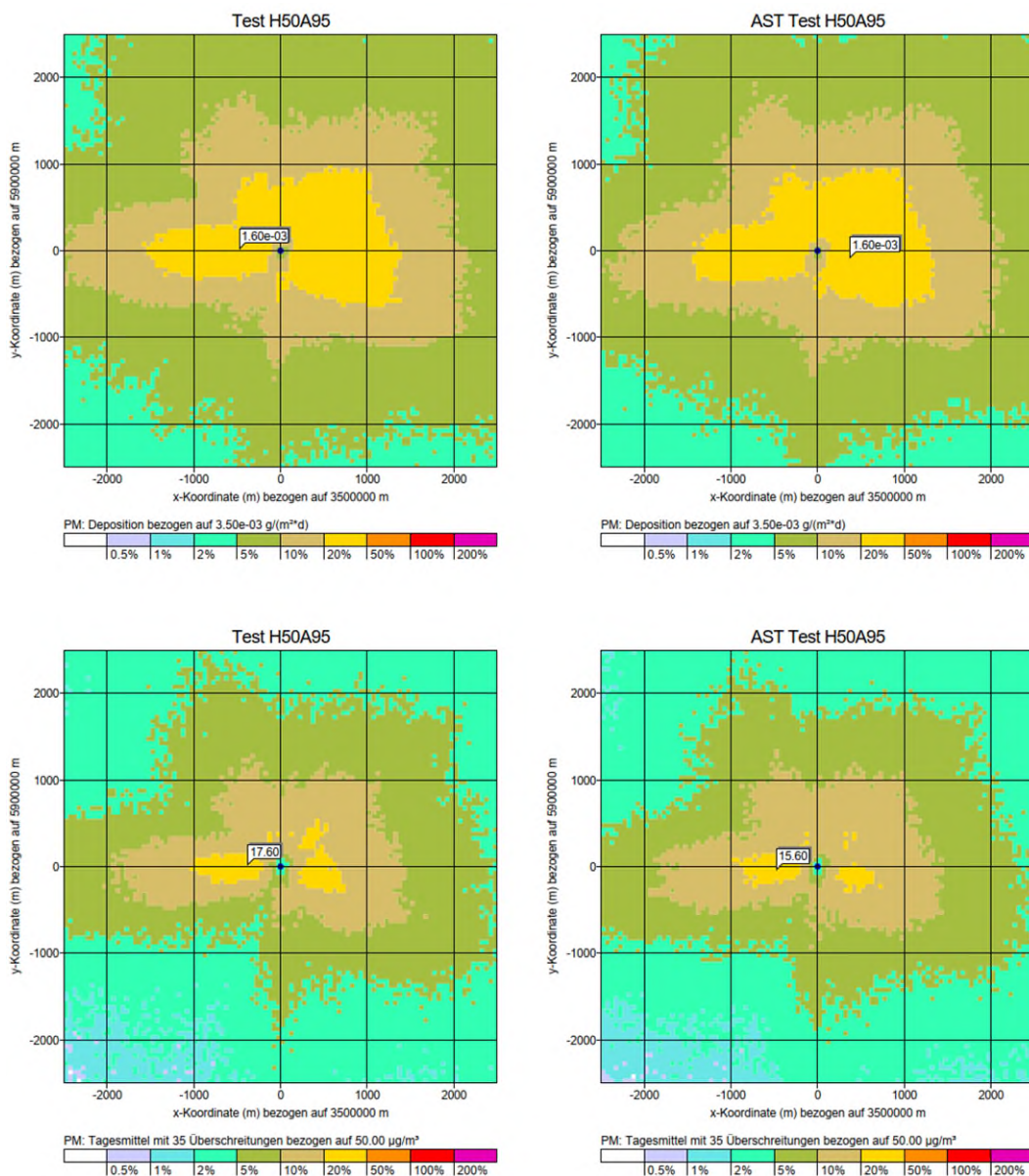
За средната дневна стойност на SO₂, която е превишена 3 пъти, разликите са изразени подобно като за средните часови стойности. Тук може да се очаква по-малък ефект, тъй като не се използват индивидуални средни часови стойности, а индивидуални среднодневни стойности. Въпреки това може да има дни, в които посоката на вятъра варира само леко и ефектът на по-широки струи са също толкова забележими.



Накрая, последните фигури показват сравнения за ФПЧ10 (вещество рт). Двете изчисления се отчитат при еднаква степен на отлагане. Съответно, разликите в средната концентрация и отлагането са подобни на тези за неопределеното вещество хх.

За средната дневна стойност от 35 превишения, разликите също не са много изразени. Дневната средна стойност с 35 превишения е по-малко повлияна от ситуации с постоянна посока на вятъра, отколкото дневната средна стойност само с 3 превишения на SO₂.

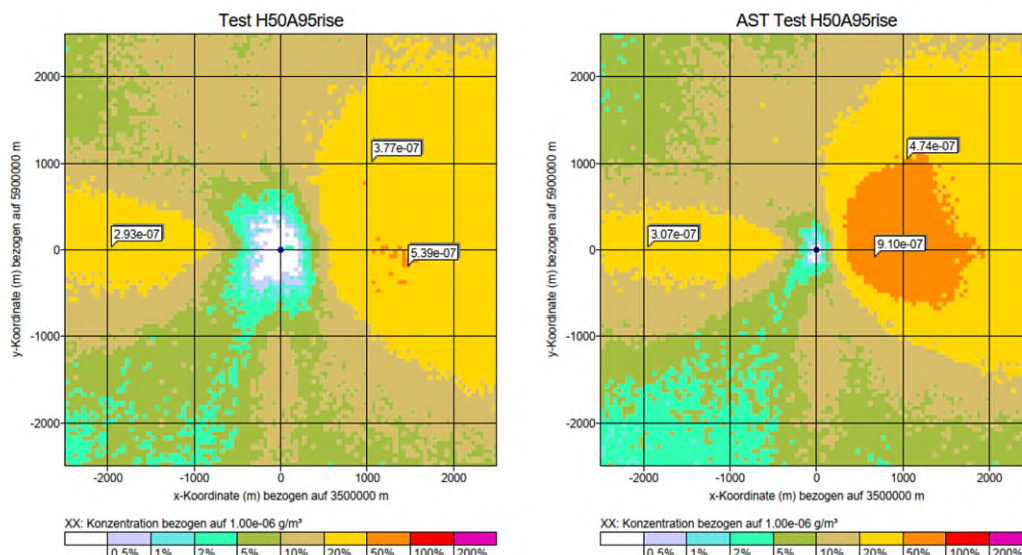




При допълнителен тест, примерът h50a95 бе допълнен с издигане на струята на отпадъчни газове (диаметър на източника 3m, изходяща скорост 15m/s, температура на изхода 60 градуса по Целзий, което съответства на топлинен поток от 5.9MW).

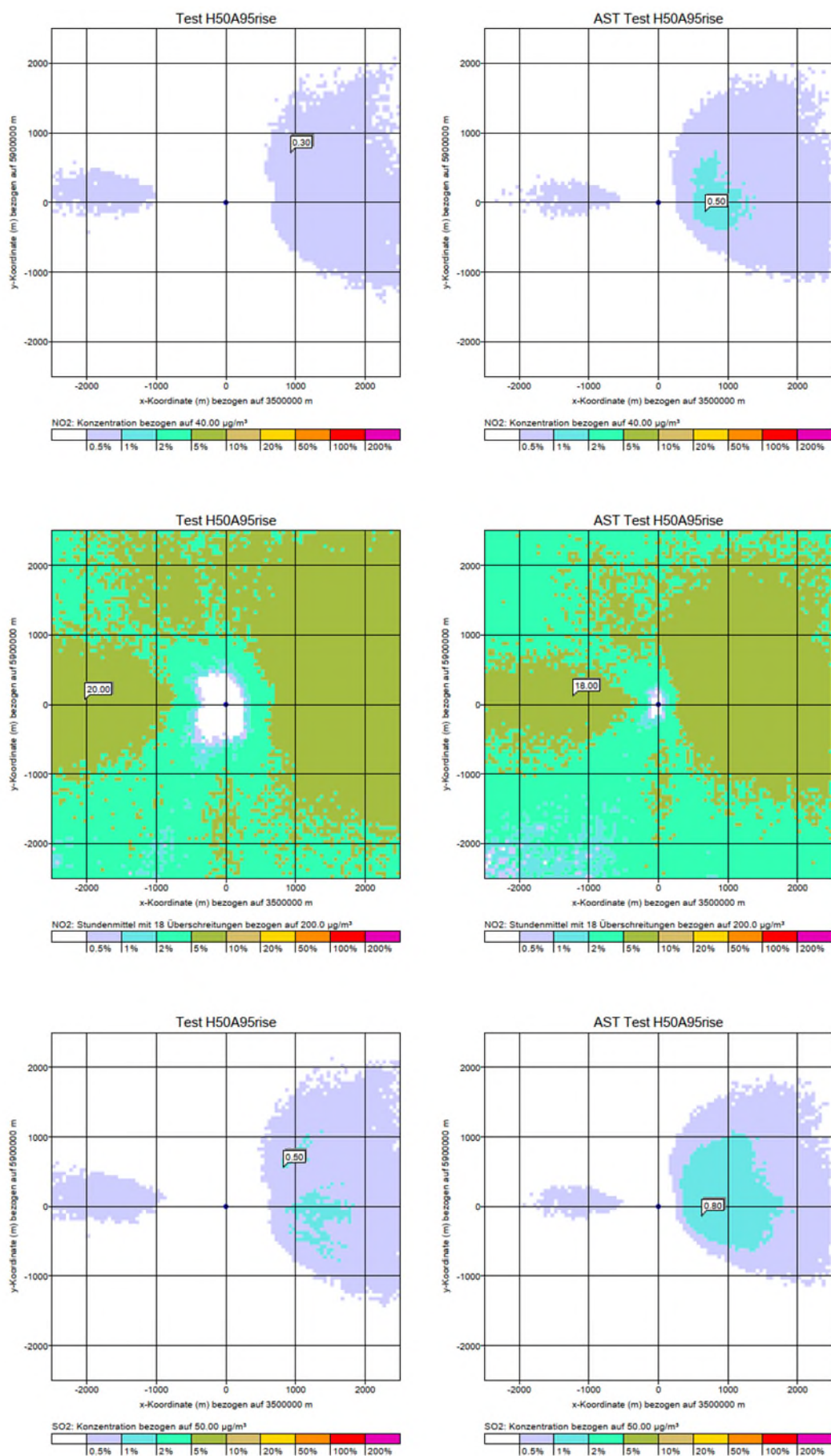
Тук, в допълнение към модела на граничния слой и параметрите на отлагане, може да се види третата, съществена разлика между AUSTAL2000 и AUSTAL: докато в AUSTAL2000 превишаването се изчислява съгласно насока VDI 3782, част 3 (1985), това в AUSTAL се прави с модел за свръхналягане PLURIS, което е и основа за преразглеждане на насоките. Подробно описание на новия модел на свръхналягане е дадено в доклади за физика на околната среда № 10 (2019). Серия от систематични сравнения между стария и новия модел на свръхналягане са изброени в докладите за физика на околната среда № 9.

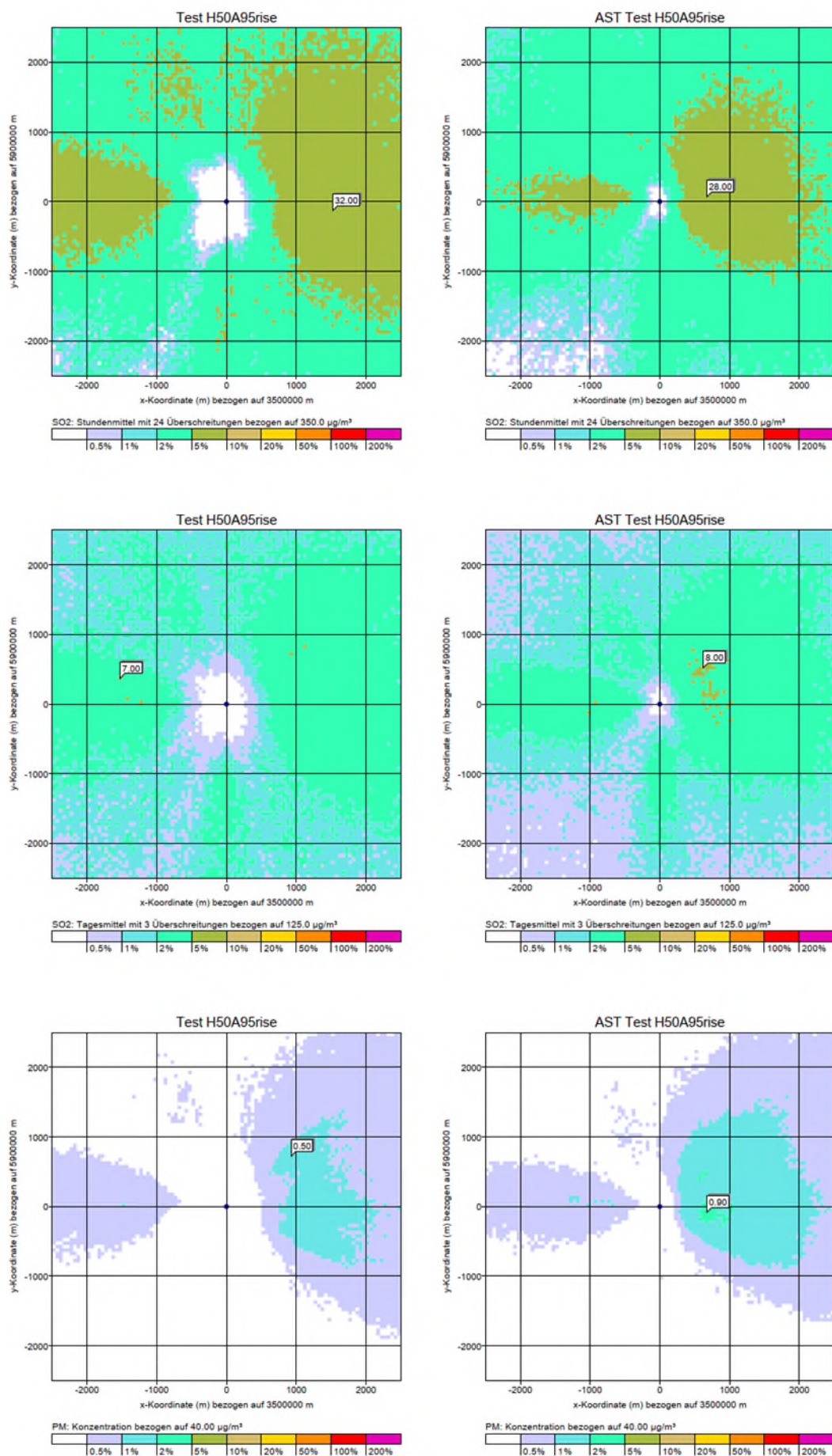
Следващата фигура показва сравнението за годишната средна стойност на неопределеното вещество хх. В сравнение с изчислението без превишение (виж първата фигура в това приложение), разликите между двете изчисления са по-изразени и предполагат, че при метеорологични ситуации с вятър от западна посока (характеризираща се с индиректна стратификация) новите модели показват по-малко преувеличение отколкото старите.

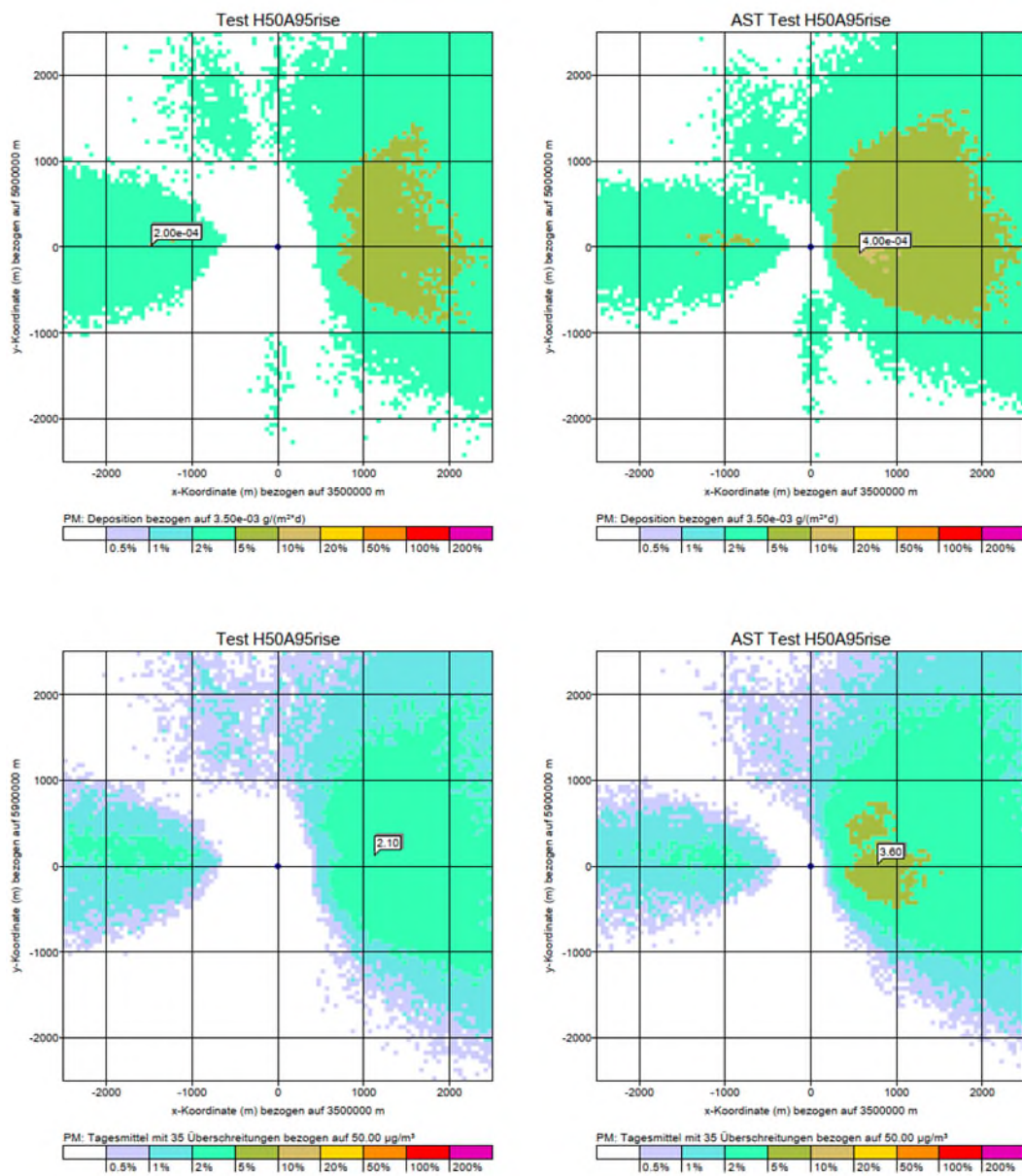


Изображенията на следващите страници показват по-нататъшните резултати. В този конкретен случай има компенсаторен ефект в изчислението AUSTAL в сравнение с изчислението AUSTAL2000: отлагането и новият модел на граничния слой намаляват концентрацията, по-малкото изгигане на струята увеличава концентрацията.

Примерът показва трудността да се предскаже за малко по-сложен случай дали и в каква посока резултатите с AUSTAL се различават от тези с AUSTAL 2000 като се използват прости оценки.







J Разглеждане на дрейфа на капките

По-долу е описан метод за отчитане на хоризонталния дрейф на дъждовните капки при определяне на мокрото отлагане. Процедурата може да се активира с опцията WETDRIFT на NOSTANDARD.

Представеният тук метод е предоставен на работната група за преразглеждане на ръководството VDI 3782, част 5 (параметри на отлагане) и ще бъде включен в ръководството. След публикуването на Бялата книга (очаквано през 2024/2025 г.), процедурата, въведена в AUSTAL, ще бъде адаптирана към Бялата книга, ако е необходимо.

Отчитането на дрейфа на капчиците води до максимуми на мокро отлагане, чиято величина е по-малко зависима от размера на решетката и се появява по-далеч от източника. При по-големи разстояния от източника (от около 3 ефективни височини на източника), стойността на мокрото отлагане е по същество независима от това дали се очаква дрейф на капките или не. Отчитането на дрейфа на капките няма влияние върху резултатите от концентрацията и сухото отлагане.

J.1 Въведение

При стандартния подход за определяне на мокрото отлагане

$$F_w(x, y) = \Lambda \int_0^{\infty} c(x, y, z) dz \quad (83)$$

количеството вещество, отстранено от дъждовните капки на място (x, y, z) , се отлага в земята непосредствено вертикално под мястото (x, y) . Това е приблизително, защото докато дъждовните капки падат надолу, те се носят хоризонтално от вятъра и турбуленцията.

Ефектът от дрейфа е най-силен директно при източника на емисии, тъй като стандартният подход осигурява рязък пик на мокрото отлагане поради все още неразредената струя, докато дрейфът го изтласква далеч от източника на емисия. Колкото по-голяма е височината на изпускане и скоростта на вятъра, толкова по-силен е ефектът. На разстояние от няколко височини на изпускане ефектът е по-малко значим поради по-голямата степен на струята на материала, както и при изчисления с пространствена разделителна способност, която е голяма в сравнение с височината на изпускане.

J.2 Процедура

Дрейфът може да бъде взет предвид чрез определяне на местоположението (x', y') , на което се извършва регистриране на количеството вещество, отстранено на мястото (x, y, z) , както следва:

$$x' = x + v_x \frac{z}{\bar{v}_d} \quad (84)$$

$$y' = y + v_y \frac{z}{\bar{v}_d} \quad (85)$$

Тук $\bar{v}_d$ е средната скорост на падане на дъждовните капки, $z/\bar{v}_d$ е средното време на падане от височина z до земята и v_x и v_y са компонентите на скоростта в посоките x и y , с които се определя дрейфът по време на средното време на падане дължащо се на средния вятър и, ако е приложимо, атмосферната турбулентция.

Средната скорост на падане зависи от интензивността на валежите I , която оказва влияние върху спектъра на диаметъра на дъждовните капки. Тя се определя като (виж раздел J.3)

$$\bar{v}_d(I) = v_0 \left(\frac{I}{I_0} \right)^a \quad (86)$$

с $v_0 = 3,6 \text{ m/s}$, $a = 0,16$ и $I_0 = 1 \text{ mm/h}$.

За компонентите на скоростта са направени изрични спецификации за използване в модел на частици съгласно насока VDI 3945, част 3. За други типове модели на разсейване могат да се изберат сравними подходи.

В модела на частиците количествата вещества, отстранени чрез мокро отлагане, се определят за всяка частица и всяка времева стъпка. Компонентите на скоростта v_x и v_y се определят като сумата от компонента на скоростта на вятъра u_x и u_y в местоположението на частицата и текущата правилна скорост e_x и e_y на частицата. Тези количества са незабавно налични на мястото на частицата (x, y, z) , където се изхвърля количеството вещество. Освен това се взема предвид, че профилът на вятъра и турбулентността намалява към земята (виж раздел J.4). Това води до

$$v_x = f_r(u_x + e_x) \quad (87)$$

$$v_y = f_r(u_y + e_y) \quad (88)$$

с $f_r = 0,8$.

J.3 Оценка на средната скорост на падане

Скоростта, с която пада една дъждовна капка, зависи от нейния размер. Средната скорост на падане може да се определи за даден размер на дъждовните капки.

Плътността на разпределение на броя на дъждовните капки с диаметър D в единица обем според разпределението на Маршал-Палмър е

$$n(D) = n_0 e^{-\psi D} \quad (89)$$

с

$$\psi = \psi_1 (I/I_0)^{-0.21} \quad \text{mit} \quad \psi_1 = 4.1 \cdot 1/\text{mm} \quad (90)$$

$$n_0 = 8000 \, 1/\text{m}^3 \cdot 1/\text{mm} \quad (91)$$

и $I_0 = 1 \, \text{mm/h}$. Плътността на обемния поток на валежите се изчислява чрез умножаване по обема на капката и скоростта на падане.

$$w(D) = \frac{\pi}{6} D^3 n(D) v_s(D) \quad (92)$$

и интегриране за всички диаметри на капките - общата скорост на утаяване:

$$J = \int_0^{\infty} w(D) \, dD . \quad (93)$$

Ако в този интеграл се използва скоростта на падане в съответствие с указание VDI 3782, част 5, тогава резултатът е стойност за J , която е малко над определената скорост на валежите I , $J = fI$ с $f \approx 1,16$ за скорости на валежите около $1 \, \text{mm/h}$. Това създава връзката

$$I \approx \frac{1}{f} \frac{\pi}{6} n_0 \int_0^{\infty} D^3 e^{-\psi D} v_s(D) \, dD . \quad (94)$$

От друга страна, скоростта на падане, осреднена за разпределението на капките (обемът на капките е избран като тегло тук)

$$\bar{v}_d = \frac{\int_0^{\infty} e^{-\psi D} D^3 v_s(D) \, dD}{\int_0^{\infty} e^{-\psi D} D^3 \, dD} \approx \frac{(6If)/(\pi n_0)}{\int_0^{\infty} e^{-\psi D} D^3 \, dD} . \quad (95)$$

Интегралът в знаменателя е $6/\psi^4$. Това води до средната скорост на падане на дъждовните капки

$$\bar{v}_d \approx \frac{f}{\pi} \frac{1}{n_0} \psi^4 I \quad (96)$$

$$= \frac{f}{\pi} \frac{I_0}{n_0} \psi_1^4 \left(\frac{I}{I_0} \right)^{0.16} \quad (97)$$

$$= v_0 \left(\frac{I}{I_0} \right)^{0.16} \quad \text{mit } v_0 = 3.6 \text{ m/s} \quad (98)$$

J.4 Оценка на средната скорост на вятъра

Дъждът обикновено се появява с индиферентна стратификация, за която профилът на вятъра, съгласно указанието VDI 3783, част 8, е както

$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln \left(\frac{z - d_0}{z_0} \right) \quad (99)$$

може да се приложи със скорост на напрежението на срязване u_* , дължина на грапавостта z_0 , височина на преместване d_0 и константа на фон Карман $\kappa = 0,4$. Под височината $mz_0 + d_0$ (по подразбиране $m = 6$), профилът на вятъра продължава линейно до стойността $u(0) = 0$.

Ако се пренебрегне височината на преместване ($d_0 = 0$) и интерполацията на нивото на земята ($m = 0$) и се вземе предвид $h \gg z_0$, тогава средната стойност от z_0 до h е следната

$$\bar{u} \approx u(h) \left[1 - \frac{1}{\ln(h/z_0)} \right]. \quad (100)$$

В следващата таблица са показани няколко типични стойности.

z_0 (m)	h (m)	$\bar{u}/u(h)$
0.1	20	0.81
0.1	50	0.84
0.1	100	0.86
0.5	20	0.73
0.5	50	0.78
0.5	100	0.81
1.5	20	0.61
1.5	50	0.71
1.5	100	0.76

Като прост подход, средната скорост на вятъра се оценява като $u = 0,8u(h)$, следователно коефициентът на корекция е $f = 0,8$.