

Twinning Project BG99EN02 PHARE - Programme 1999
Съвместен проект между българското Министерство на околната среда и
водите и немското Министерство за околна среда, опазване на природата и
енергийна безопасност

Наръчник по оценка и управление качеството на атмосферния въздух на местно ниво за SO₂, PM₁₀, Pb и NO₂

Октомври 2002

Относно КАВ на Община Перник

1.1 Фини прахови частици (PM₁₀)

Преносимите по въздуха суспендирани фини прахови частици (PM) са или с първичен, или с вторичен произход.

Източници: Първичните частици се емитират директно или чрез естествени, или чрез антропогенни процеси. Вторичните частици са главно с антропогенен произход и се образуват от SO₂, NO_x и летливи органични съединения (ЛОС). Преобладават главно антропогенните източници. Най-важните от тях са транспортът, работещите на въглища и нефт електрически централи, горивните източници (промишлени и битови), прахта от неорганизираните емисии в промишлеността, товаренето/разтоварването на насипни материали, минното дело, предизвикваните от човека горски пожари и негоривните източници като строителство и каменодобив. Емисиите на прахови частици от сухопътния транспорт се причиняват от директните емисии от отработените газове на автомобилите, износването от гуми и спирачки и повторното суспендиране на прахта на пътя. Битовото изгаряне на въглища е типичен голям източник през зимните месеци. Друг източник са горските и селскостопански пожари (изгаряне на стърнища). Откритите полета пък са причина за емисии на разнасяна от вятъра прах от почвата. Най-важните източници от селскостопанските дейности са резултат от реакцията на амоняка със сярна и азотна киселини (продукти от изгарянето на изкопаеми горива). Получаващите се амониев сулфат и нитратни аерозоли могат да образуват един от важните компоненти в атмосферното замърсяване с PM₁₀.

Основните природни източници на преносимите по въздуха частици в Европа са морските капки и повторната суспензия на почвата чрез вятъра. Важни природни източници освен това могат да бъдат също и прахта от Сахара и емисии от вулкани.

Фоново ниво и концентрации: Средногодишните концентрации на PM₁₀ варират от 10 µg/m³ (отдалечени райони) до >100 µg/m³ (градски промишлени райони).

Ефекти върху здравето на човека: PM не е единична субстанция, а е вид смес на замърсители с различни химични свойства и вариращи физични свойства като големина и повърхност, което оказва голямо влияние върху

разпределението и отлагането в респираторния тракт. По оценки на различни проучвания има значителна зависимост между високите концентрации на РМ и смъртността, постъпванията в болница с респираторни заболявания и човеко-дните с употреба на bronchodilator. Една друга хипотеза се опитва да свърже влиянието върху респираторния тракт със сърдечносъдовите ефекти. Предполага се, че киселинните частици с диаметър, по-малък от 100 nm, предизвикват възпаление на алвеолите, което води както до остри промени в способността за коагулация на кръвта, така и до освобождаване на медиатори, които са в състояние да предизвикат пристъпи на остри дихателни болести у чувствителните индивиди. Резултатът от промените в кръвта е повишена податливост у хората, изложени на влиянието, към остри пристъпи на сърдечносъдови заболявания, като при най-чувствителните индивиди влиянието е най-неблагоприятно.

Има някои причини, поради които се предполага, че по-малките фракции на РМ са по-тясно свързани с много ефекти върху здравето. Частиците с диаметър под 10 µm могат да преминават от другата страна на ларинкса и да навлизат в торакалните въздушни пътища у човека. Ефекти върху здравето възникват и при много ниски нива на концентрацията на РМ, даже без видим праг.

Чувствителните подгрупи са възрастните, страдащите от кардиореспираторни заболявания и страдащите от астма от всички възрастови групи. Като правило за всички други, допълнително изложени на влиянието на прахови частици поради други причини (активни и пасивни пушачи, излагане, свързано с работата), се очаква рискът да е по-висок отколкото при другите.

1.1 Метеорологични измервания

Метеорологичните измервания са необходими за допълнителен анализ на данните за КАВ и за откриване на причините за замърсяването. Освен това подходящите метеорологични данни са и важна предпоставка за дисперсионното моделиране. Метеорологичните измервания следва да се правят успоредно с измерванията на КАВ. Те би следвало да включват скорост на вятъра, посока на вятъра, слънчева радиация, данни за валежи, температура и налягане. Данните би трябвало да се регистрират на всеки един или половин час, с ясно обозначение на датата и часа. Най-вече автоматичните измервателни станции на КАВ са оборудвани с необходимите метеорологични измервателни устройства. Тези измервателни устройства трябва да се проверяват и поддържат редовно, за да може да събират данни с необходимата точност. Подобно на измерванията на КАВ, много важно е местоположението на метеорологичното измерване, за да се получават данни с определена степен представителност за изследвания район. Особено при данните за вятъра не бива да се допуска възпрепятстване от сгради в непосредствена близост до измервателното устройство, а тръбата на устройството трябва да е на подходяща височина над земята (около 10m). За слънчевата радиация трябва да се гарантира, че сенки от съседни сгради няма да опорочат събирането на данните.

Ако необходимите условия не могат да бъдат осигурени, трябва да се помисли за допълнителни измервания на метеорологични данни, поне на посока и скорост на вятъра.

Могат да се използват специални измервателни устройства (напр. като тези, които бяха използвани в Туининг-проекта, с независимо електрозахранване), монтирани на подходящи места. Това може да се направи напр. на върха на висока сграда. Сондата на анемометъра следва да е на височина поне с 3m над височината на сградата. Продължителността на тези метеорологични измервания трябва да е минимум една година.

Националният Институт за Метеорология и Хидрология (НИМХ) може да предостави допълнителни данни за валежите, характеристиките и честотата на температурните инверсии в района, облачността и т.н. НИМХ разполага с многогодишни данни за няколко важни метеорологични параметра, които следва да се използват при оценката на местното КАВ. Трябва обаче да се вземе предвид, че климатологичните станции на НИМХ може да имат някои ограничения (напр. ако данните са били събирани само чрез 3 неавтоматизирани наблюдения на ден, може да не е налице достатъчно различаване на данните за вятъра, което е необходимо за дисперсионното моделиране, или положението на климатичната станция може да не е представително за един по-голям район). Във всеки случай обаче на база обширния си опит НИМХ може да е от помощ при предоставянето на допълнителни данни чрез статистически анализ на техните собствени данни. Особено важна за оценката на местното КАВ е информацията за честотата и продължителността на температурните инверсии и за типичните височини на инверсионните пластове. В райони с често срещани температурни инверсии необходимата степен на намаляване на локалните емисии с цел достигането нормите за КАВ може да се окаже по-голяма отколкото с райони без температурни инверсии.

НИМХ може също така да даде и информация за валежите. Тя се изисква, за да се оцени самопречистващата способност на атмосферата. В сухи райони или през сухи години може напр. средните концентрации на прах/PM10 с естествен произход да бъдат значително по-високи поради намаления пречистващ ефект на валежите.

1.1.1.1 Оценки, свързани с посоката на вятъра

Концентрацията на замърсители обикновено е свързана с посоката на вятъра. В зависимост от местоположението на потенциалните емисионни източници, посоката на вятъра определя дали като цяло има пренос на въздушни маси към измервателния пункт. Ето защо при провеждането на причинен анализ, свързан с емисионните източници, опитът е показал, че посоката на вятъра е най-важният параметър от всички метеорологични влияещи фактори. Освен това скоростта на вятъра играе важна роля при преноса на замърсителите. Следвайки концепцията за розата на вятъра, представяща пространственото разпределение на посоката на вятъра на определено място, „розата на концентрацията“ представлява илюстрация на концентрациите на замърсителите в отношение към посоката на вятъра. За да се изчисли розата на концентрацията, резултатите от измерването на концентрацията трябва да бъдат групирани в класове съгласно посоката на вятъра, доминираща по време на измерването. Класифицирането обикновено се

базира на центрирани 30°-ови сектори на посоката на вятъра. За всеки сектор с посока на вятъра се осредняват концентрациите на замърсителя, спадащи към него. По този начин няма да се вземат под внимание ситуациите с „циркулиращи ветрове“ (тихо време). Оценката може да се усъвършенства чрез по-нататъшно диференциране на данните в различни класове скорост на вятъра. Опитът е показал, че групирането на данните според сезона (лято/зима) или време на деня (ден/нощ) също може да доведе до интересни изводи. Изчисляването на розите на концентрацията могат да бъдат важен показател дали някой център на емисии допринася със съществен дял към концентрацията на замърсяване на даден измервателен пункт.

Анализът става труден, ако има голям дял на ситуациите с много ниска скорост на вятъра или тихо време. Анализът не може да доведе до еднозначни изводи. Такъв беше напр. случаят в района на Перник по време на допълнителните измервания, извършени в Туининг-проекта.

Анализът на данните за вятъра и концентрацията се улеснява от докладите чрез осевни таблици, описани в следващия раздел. Чрез този инструмент може лесно да се установят напр. рози на вятъра на база ½-часови или 1-часови данни от измерването за скорост и посока на вятъра от една или повече години.

2 Анализ на причините за превишенията

2.1 Общи положения

Освен редките случаи, където е очевидна еднозначна връзка между високите концентрации на замърсителя и емисионните източници или тя лесно може да бъде установена от анализа на данните за качеството на атмосферния въздух и метеорологичните данни, са необходими пространни изследвания и анализ, за да могат да се определят причините за превишение на нормите или за високите концентрации на замърсителя.

Анализът на произхода на замърсяването би следвало вече да е бил направен или подготвен по време на измерванията на качеството на атмосферния въздух, ако са били очаквани превишения на нормите.

Особено при подготовката на мерки за подобрене на местното КАВ е наложителен подробен анализ на връзката между емисиите и качеството на атмосферния въздух. Този анализ се състои от няколко основни стъпки. Първо трябва да е съставена инвентаризация на емисиите за всички важни източници в изследвания район. След това трябва по-подробно да се проучи връзката между данните от идентифицираните източници и измерените емисии. За тази цел и особено с цел установяване на количествени връзки между емисии и КАВ, се изисква използване на дисперсионно моделиране. Допълнителна предпоставка за дисперсионното моделиране е наличието на метеорологични данни за района, подготвени в подходящ формат, отговарящ на изискванията на използвания дисперсионен модел.

Като цяло важните емисионни източници спадат към една от следните групи:

- Промислени инсталации и производство на енергия (ел.ток/топлина)

- Битово отопление
- Транспорт на МПС
- Емисии от малкия бизнес
- Други особени площни източници на прах

При промишлените инсталации/генерирането на топлина и ток трябва да се обхванат както емисиите от комина, така и неорганизираните емисии.

При битово отопление е целесъобразно да се направи опростяване чрез обобщаване на емисиите от многото единични комини на сградите като площни източници.

При емисии от транспорта на МПС е добре улиците с причиняващи емисии коли и камиони да се представят опростено като линейни източници.

При един подробен анализ допълнително трябва да се вземат под внимание основните точкови източници от **съседните райони**, защото те също могат да оказват съществено влияние върху локалното замърсяване на въздуха.

Следващите описания са насочени към основните видове емисионни източници.

2.2 Инвентаризация на емисиите

В следващите раздели са обобщени важни въпроси от съставянето на инвентаризация на емисиите. Допълнителни примери и информация от Туининг-проекта са дадени в доклада, отнасящ се до първоначалния анализ на ситуацията на емисиите (доклад съгласно точка В-3.8 от работната програма), в доклада за оценката (доклад съгласно точки В-4.8, 9.5 и 10.3 от работната програма) и в доклада за мерките за подобрене (доклад съгласно точки С-1.4, 2.2, 3.4 и 4.2 от работната програма).

2.2.1 Емисии от промишлени инсталации и производство на енергия

2.2.1.1 Емисии от комини

За тези източници трябва да се съберат данни за масовия поток на замърсителя при типични условия на работа, за обемния поток и температурата на димния газ, както и за височината на комина. Често промишлените инсталации включват няколко комина. Ако има много такива точкови източници в района с големи разлики във височината на комините и масовия поток на емисията, може да се наложи да се изберат най-съществените за местното КАВ, за да се намали натоварването в работата при анализа на по-късен етап. Като цяло може да се каже, че колкото по-голям е масовият поток на замърсителя и колкото по-малка е височината на комина или температурата на димния газ, както и колкото по-ниски са нормите, които трябва да бъдат спазвани, толкова по-голям ще е приносът на един единичен източник към местното КАВ. За да се направи такъв предварителен избор, е необходим опит с дисперсионно моделиране. Въз основа на такъв

опит могат да се вземат приемливи решения като напр. (това е само теоретичен пример) да се изключат всички източници на NO₂ с повече от 50m височина на източника и по-малко от 0.5kg/h масов поток NO₂, защото е известно, че очакваните средногодишни концентрации на замърсителите от такива източници са много малки и няма да са от значение в сравнение със средногодишната норма от 40µg/m³.

2.2.1.1.1 Измервания на емисиите

Най-доброто решение би било да има налични данни от емисионни измервания на димния газ при типични работни условия на инсталацията. Тъй като все още в България повечето от големите инсталации нямат инсталирано непрекъснато работещо оборудване за измерване на емисиите, следва да се използват резултатите от редовните измервания на емисиите, извършени от РИОСВ или частни измервателни фирми. Тъй като ръчното измерване на емисиите при комини с големи обемни потоци на димния газ е доста трудно, трябва да се обръща специално внимание на необходимото качествено осигуряване на измерванията. Тъй като опитът от Туининг-проекта показва, че има нужда от подобрене в начина на извършване на тези измервания, в **Приложение 1** на този наръчник е включена подробна инструкция за най-важните въпроси при измерванията на емисиите на прах и SO₂/NO₂. Тези обяснения са резултат от опита, добит при съвместно направеното българо-немско измерване на емисиите в димния газ на ТЕЦ по време на Туининг-проекта, и се базират на типичния подход, прилаган в Германия и залегнал в няколко немски стандарта.

От емисиите на обща прах, които най-често се измерват в едно емисионно измерване, може да се направи извод за фракцията на PM₁₀ (90-95% са напр. типични фракции на PM₁₀ от обща прах, ако по потока на димния газ се използва прахоуловително оборудване като електрически филтри или ръкавни филтри).

2.2.1.1.2 Използване на емисионни фактори

В случай че няма налични данни от измервания за емисии от комина, може да се използват емисионни фактори, които водят до величини на емисиите в зависимост от типа на процеса и типичните условия на работа, напр. разхода на суровини в процеса или дебита на произвеждания продукт, или съдържанието напр. на тези субстанции в суровините, които допринасят за замърсяване (серно съдържание във въглищата за топлинно производство например).

Срещат се различни системи с емисионни фактори, напр. базата данни CORINAIR или обширната документация на американската Агенция за опазване на околната среда (US EPA) (страница в Интернет: <http://epa.gov/ttn/chief/index.htm>), или подробната информация, дадена в референтните документи за НДНТ (BREF) за няколко промишлени сектора (страница в Интернет: <http://eippcb.jrc.es>).

Емисионните фактори трябва да се прилагат внимателно. Много често има амплитуда в съответния емисионен фактор, и трябва да се реши къде в този интервал е разположен факторът за изследваната инсталация. Обикновено това изисква по-подробен анализ на специалните условия на инсталацията, както и на базовите предположения, направени при съставянето на интервала за емисионния фактор.

2.2.1.1.3 Проверка на обемния поток и температурата на димен газ от изгаряне

За дисперсионното моделиране, както и за теста за достоверност на масовия поток на емисията, е важен обемният поток на димния газ. Измерването на потока на димния газ дори при големи инсталации като електрически или топлоцентрали е трудно и може да се стигне до значително изкривени резултати (това беше един от изводите, до който се стигна при Туининг-проекта). Ако е известен средният масов поток на горивото, както и химичният му състав по отношение на основните химични компоненти и съдържанието на кислород в димния газ, може да се направи проверка за достоверност, или да се изчисли опростено една приемлива средна стойност за обемен поток въз основа на формулите и обясненията, дадени в Приложение 2 на наръчника.

Освен това от значение е температурата на димния газ в точката на емитирането, тъй като тя оказва съществено влияние върху издигането на струята и теоретичната височина на емисията. Измерената температура в близост до горивния агрегат или в газохода може да е значително по-висока отколкото температурата в края на комина поради топлинната загуба по пътя. Съществуват формули за приблизително изчисление на тази загуба (напр. температурната загуба може да се движи в интервала от 0.1 до 1°C на метър път на димния газ). Това е особено важно, когато комините са високи или газоходите са дълги. Колкото по-ниска е крайната температура при отвора на комина, толкова по-ниско е теоретичното издигане на струята и толкова по-високи са максималните концентрации на замърсителите, които могат да бъдат очаквани в приземния слой.

2.2.1.2 Неорганизираните емисии от инсталации

Неорганизираните емисии от инсталации може да са от голямо значение за състоянието на атмосферния въздух близо до инсталацията. Обикновено височината на тези емисии е много по-ниска от тази на емисиите, отвеждани високо в атмосферата през комини. Освен това температурата на неорганизираните емисии често е ниска така, че не може да се очаква съществено издигане на струята. Ефектът от ниската височина на емисия и ниската температура се проявява в слабата дисперсия и високите концентрации на замърсителите в близост до източника. Обикновено неорганизираните емисии не се съдържат в регистрационните карти и операторът не дава оценки за тях. Ето защо при анализа на състоянието на неорганизираните емисии от инсталации и промишлени процеси трябва да им се отдели специално внимание. Тези емисии могат да са причинени напр. от неуплътнения по пътя на процеса, или от недостатъчната уловителна способност от страна на инсталираните системи, или от транспортните дейности на територията на инсталацията, водещи до уноси на прах от мръсните пътища. Препоръчва се да се инспектират важните инсталации в изследвания район за неорганизираните емисии. В случай че се идентифицира местоположението на тези емисии и техния произход, и ако не е възможно операторът да ги спре веднага, внимателно трябва да бъде определено количеството емитирани вредни вещества. Обикновено е трудно да се

измерват концентрации или обемен поток на неорганизираните емисии. Ако не е възможно или осъществимо да се направят такива измервания, трябва да се направят оценки за интензивността на емисиите. Полезна информация за общата емисия от процеси или инсталации може да се намери в BREF-документите или в различни други документи на US EPA (вж. по-горе адреса в Интернет), където са включени неорганизираните емисии, и които могат да са от помощ да се направят изводи за неорганизираните емисии, зависещи от интензивността на производството или от потреблението на суровини. За някои типични видове неорганизираните емисии в документите на US EPA са дадени количествени оценки (напр. емисии от унос на прах от транспортна дейност) или в други документи като някои стандарти VDI. В допълнение или вместо това могат да се направят опростени предположения въз основа на видимия ефект на емисиите. Напр. чрез видимата струя на емисиите може да се окаже възможно да се направи оценка на напречното сечение на струята в момента на напускането ѝ на инсталацията, както и на скоростта. След това ще може грубо да се оцени обеминият поток. Освен това би било възможно на база характеристиките на съответния производствен процес да се направи извод за концентрациите на емисиите в центъра на емитиране. В заключение трябва да се каже, че определянето на масовия поток на неорганизираните емисии трябва да се прави според конкретния случай и са необходими известни усилия. Това определяне обаче е много важно и трябва да се извърши внимателно.

2.2.2 Емисии от битовото отопление

При емисиите от битово отопление е целесъобразно да се сумират емисиите от множество комини на къщи и сгради и да се разглеждат като площни източници. Не е възможно, нито си заслужава, да се взема предвид всеки отделен комин. Дори и ако се приемат някои опростявания и емисиите от битово отопление се третират като площни източници, усилията за определяне на интензивността на емисиите и на средната височина на емисиите за дадена площ са значителни.

Емисиите от битово отопление могат да са от голямо значение за качеството на атмосферния въздух на местно ниво. Височината на източника е ниска, а общата емисия от дадена област може да е голяма. Това важи особено за емисиите на прах/PM10 и SO₂ от изгарянето на въглища (при дървата същото важи само за прахта/PM10). Тъй като тези твърди горива са широко разпространени в България, този вид емисии е от значение в много райони/градове.

В Туининг-проекта в случая за Перник бе използвана описаната по-долу основна процедура за оценка на емисиите от битово отопление. Вероятно има и други начини да се процедира, постигащи същата цел.

Оценяването на емисиите от битово отопление съгласно тази процедура съдържа няколко важни опростявания и се състои от следните основни стъпки (поредността на стъпките, които трябва да се изпълнят, може да варира и не се определя от по-долу описаната последователност).

1. Оценка на **средното брутно потребление на топлинна енергия** по време на отоплителния сезон на m² жилищна площ във Watt/m² в зависимост от

използваните енергийни източници, играещи роля в емисиите от домашно отопление. Има други видове показатели за консумацията на топлинна енергия, напр. такива, основаващи се на кубатурата на жилищната площ в куб.м., но методът на основата на кв.м. жилищна площ изглежда по-лесен за прилагане с оглед ситуацията в България, защото явно се разполага с много малко данни за домашното отопление и за характеристиките на жилищата/сградите. На оценката може да се направи насрещна проверка с данните за локално потребеното количество гориво и калоричността му, както и за средната жилищна площ, в случай че се разполага със съответните такива.

Важните енергийни източници са въглища, дърва, природен газ или втечнен газ под налягане (пропан-бутан), нефта, електричество и централно отопление. Последните два топлинни източника не са пряко свързани с емисиите от къщите/сградите. Но ако се разполага с количествени данни за тях, това може да е от значение по-късно при планирането на мерки за подобрене, напр. за оценка на потенциалното увеличение или намаление в апартаментите, отопляващи се чрез централно отопление или електричество според бъдещото развитие на цените. Така например, ако се очаква съществено повишение на цената за централно отопление или електричество, то определен брой жители вероятно ще се прехвърлят на горива като въглища или дърва, ако те са по-евтини и съществува техническа възможност за прехвърлянето.

Оценката може да се основава на статистически данни (статистически годишник), на анализ на потреблението на енергия на едно жилище и др. Потреблението на енергия зависи от много променливи, напр. от вида на енергийния източник (въглища, лигнитни въглища, нефта, газ), от цените на горивата, от доходите на населението, от технологията на отопление, от типа на отоплителните съоръжения, от изолацията на сградата, от отоплителната практика, от средната температура на жилищната площ и т.н. Правилна оценка може да се направи само познавайки местната ситуация.

В Туининг-проекта за Перник бе приета много ниска стойност – $50\text{W}/\text{m}^2$ средна стойност за отоплителния сезон, основаваща се на оценка на местните условия. На други места тази стойност може да е много по-висока и да достига 100 или дори $150\text{W}/\text{m}^2$ според ситуацията.

2. Оценка на средната продължителност на отоплението на година в часове/год. Тя може да се направи въз основа на данни за местните климатични условия и практика на отопление.
Една възможна оценка за продължителност на отоплителния период е напр. 6 месеца (от октомври до март). Тя може да варира според района в България. Топлинното потребление във W/m^2 и продължителността на отоплението в h/год. трябва да се разглеждат заедно. Напр. топлинното потребление може да бъде определено така, че да дава средното потребление по време на целия отоплителен сезон (осредняват се всички часове на деня – тези, в които се произвежда топлина, и тези в които не се произвежда)
3. Определяне на области с размери 1 km x 1 km на територията на града (за предпочитане съвпадащи с квадратните клетки върху подходяща карта и

с наличните жилищни квартали върху нея), за които да се сумират емисиите от битово отопление. Там, където структурата на сградите не е хомогенна в този район, може да се фиксират и по-малки размери, напр. 500m x 500m. Към всяка област на картата следва да се прикрепят идентификатори, напр. поредни номера. Пример е даден в **Приложение 3а**.

4. Оценка на средната отопляема жилищна площ в m² на домакинство в апартаментите и къщите в областите, както и на броя на жилищата и домакинствата. Тук пак оцененото средно потребление на топлина в W/m² би трябвало да се разглежда заедно със средната отоплявана жилищна площ. За пернишките условия бе приета оценка за средна големина 60m² на домакинство.
5. Определяне на процентния дял на различните горива в избраните области (колко домакинства използват съответния топлинен източник).
6. Определяне на подходящи емисионни фактори за различните горива
Изборът на най-подходящия емисионен фактор е много важен. Докато стойностите за емисионните фактори за нефта и пропан-бутан или природен газ варират в малък диапазон, или могат напр. да бъдат лесно изведени на база серното съдържание в нафтата, това не е така при въглищата и, до известна степен, при дървата за огрев. Особено емисиите на SO₂ от въглища варират според серното съдържание и абсорбиращите качества на пепелта. Определена част от сярата винаги ще бъде химически свързана в оставащата в пещта пепел така, че емисиите на SO₂ ще бъдат по-малки отколкото средното съдържание на сяра при пълната стехиометрична трансформация в SO₂. Нещата са още по-сложни по отношение емисиите на обща прах и PM₁₀. Емисиите зависят от техническите характеристики на пещта и на горивния процес, от пепелното съдържание във въглищата и от механичната им структура (напр. при брикетите може да се стига до по-ниски емисии на прах, отколкото при насипните въглища). В идеалния случай се разполага с измервания на емисии със съответните качество и представителност, осъществени в типичните използвани в района инсталации и с типичните използвани видове въглища/дърва за огрев (поне за обща прах и SO₂). По всяка вероятност досега такива данни за българските условия няма. Другата възможност е да се използват известни емисионни фактори по видове горива с друг произход като база за оценка на подходящи фактори за местните условия. По-долу са дадени няколко емисионни фактора от Германия за типични горива. Емисионните фактори обикновено се представят и използват под формата на kg емисия/TeraJoule потребление на енергия (има се предвид долната топлина на изгаряне на горивото, 1 TJ = 10¹² Joule). Долната таблица 6-1 показва диапазони за използвани в Германия емисионни фактори за няколко типични горива, използвани в битовото отопление.

Таблица 6-1: Емисионни фактори за типични горива

Гориво	Долна топлина на изгаряне Mj/kg	NOx като NO2	SO2 [kg/TJ]	Олово [kg/TJ]	Обща прах
--------	------------------------------------	-----------------	----------------	------------------	-----------

	съотв. MJ/Nm ³ (газ)	[kg/TJ]			[kg/TJ]
Нафта, S 0,38-0,2%	42,7	50	160 - 85	0,005	1,5
Природен газ	46 MJ/Nm ³	42	0,5	0	0,03
Кафяви въглища брикети, променл. съдържание на S	18 - 20	80 - 100	100 - 900	0,0015 - 0,020	70 - 370
Твърди въглища, променливо съдържание на S	28 - 32	35 - 65	350-600	0,1 – 0,84	6 - 630
Дърва, естеств., изсушени на въздух	15	70	6	0,095	200

Допълнително в **Приложение 3b** са дадени резултати за емисионни фактори на SO₂, NO_x и обща прах, получени от наскоро направени емисионни измервания за брикети от няколко вида кафяви въглища, използвани в Източна Германия, като за въглищата има по-подробни данни. Кафявите въглища са от особен интерес за България, тъй като те са едно от основните горива, с които страната разполага като собствен ресурс. Трябва обаче да се има предвид, че някои от българските видове кафяви/ лигнитни въглища имат много по-високо пепелно съдържание и по-ниска калоричност от въглищата, описани в **Приложение 3b**. Напр. пернишките въглища, използвани за битово отопление, имат много над 20% пепелно съдържание и по-ниска калоричност – до около 17 MJ/kg. Затова очакваната емисия на обща прах е много висока и при липсата на подходящи данни от измервания бе направена оценка за 500 kg/TJ.

Още указания за определянето на емисионни фактори за PM₁₀ от изгаряне на въглища могат да бъдат намерени в базата данни за емисионни фактори на Великобритания, препоръчвана при оценката на емисии от битово отопление за съставянето на инвентаризация на местните емисии (страница в Интернет www.rsk.co.uk/ukefd/coal.htm или www.naei.org.uk/emissions/index.php). Там препоръчваната стойност за въглища е 10.4 kg/ton за PM₁₀, като няма по-подробна класификация според вида въглища. В резултат емисионните фактори за българските въглища с ниска калоричност ще бъдат по-високи, отколкото факторите за Германия. Така например, приложено към използваните в Перник въглища (долна топлина на изгаряне 17MJ/kg, което съответства на 58,8 тона въглища/TJ), това ще значи емисионен фактор 610 kg/TJ за PM₁₀.

За емисиите от изгарянето на дърва за огрев информация може да се намери от моделиращата система RAINS (www.iiasa.ac.at/~rains/PM/docs/documentation.html), в която за Източна Европа е била направена оценка за два пъти по-висок емисионен фактор за емисии от битовото отопление с дърва (480kg/TJ) отколкото за Западна Европа. Причината за тази по-висока стойност не е обяснена там, но може да е резултат от разликите в средната степен на изсушеност на дървата, използвани за битово отопление, или от разликите в горивното оборудване.

Емисиите на PM₁₀ могат да бъдат изведени от емисиите на обща прах чрез прилагане на осреднен фактор 0,95. В зависимост от конкретните

условия на изгаряне, действителният фактор може да е по-нисък или по-висок.

7. Изчисление на потреблението на енергия и на емисиите за всяка област. Резултатите от оценката на емисиите следва да бъдат обобщени в таблица, разделена по области. Пример как може да се направи това е включен в Приложение 3с, таблица АЗс-1. **Примерът се базира на Туининг-проекта и се отнася до Перник. Най-добре е всички изчисления да се направят в таблица под Excel. По този начин е много лесно да се правят промени. Таблицата показва пълните резултати за всички области в града, както и всички базови данни, включително използваните емисионни фактори и превръщането на NOx в NO2, което по-нататък е необходимо за целите на моделирането (това превръщане е обяснено в раздел 6.3.5.1.).** Допълнително е дадена средната височина емисионния източник за всяка област.
8. Определяне на средната височина на емисионния източник в областта
Средната височина на емисиите представлява силно опростение на истинските условия. Тя е необходима за дисперсионното моделиране, за да се определи ефектът на емисиите от битовото отопление върху качеството на атмосферния въздух.
Тази височина е осреднено приближение, базиращо се на обичайния брой етажи в сградите в съответните области с площ 1km², в които има емисии от изгаряне с цел отопление на бита. Най-важни са сградите, явяващи се емисионни източници, емитиращи наистина в разглеждания период (апартаментите, ползващи централно отопление или отопление на ток, не са нужни за установяване на средната височина на емисиите). Тези стойности могат да се получат чрез умножаване на средния брой етажи по нормалната височина на един етаж (напр. 2,6m) и добавяне на известна стойност за височината на покрива и комина.

За да стане ясно как на практика се изпълняват отделните стъпки, ето един пример за приложението им (както вече бе споменато, по-добрият начин би бил да се правят изчисления в таблица в Excel):

Пример за прилагане

- a) Идентификация на различните области, за които трябва да се оценят сумарните емисии от битово отопление
- b) За всяка област: приета средна големина на жилище напр. 60 m².
- c) Потреблението на топлинна енергия може да се оцени на 55 W/m²
- d) Потребената енергия за отопление на средноголямо жилище значи е:

$$60 \text{ m}^2 \times 55 \text{ W/m}^2 = 3300 \text{ W}$$

Тогава потребената енергия за един час е:
 $3300 \text{ Wh} = 3300 \text{ Wh} \times 3600 \text{ sec/h} = 11.88 \text{ MWsec} = 11.88 \text{ MJ}$
 $= 11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ}$

- е) Следващите изчисления показват емисиите на час при употреба на съответните горива (в удебелен шрифт), като се използват емисионните фактори (само примерни стойности от целия диапазон възможни фактори) във втората колона при споменатата средна големина на жилище:

Нафта (съдържание на сяра 0.38%):

NO_2 : 50 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.000594 \text{ kg}$

SO_2 : 160 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.0019 \text{ kg}$

PM_{10} : 1.425 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.0000169 \text{ kg}$

Природен газ:

NO_2 : 42 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.000499 \text{ kg}$

SO_2 : 0.5 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.00000594 \text{ kg}$

PM_{10} : 0.0285 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = \text{пренебрежимо}$

Кафяви въглища:

NO_2 : 90 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.00107 \text{ kg}$

SO_2 : 900 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.0107 \text{ kg}$

PM_{10} : 211 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.00251 \text{ kg}$

Дърва за огрев:

NO_2 : 70 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.000832 \text{ kg}$

SO_2 : 6 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.000071 \text{ kg}$

PM_{10} : 190 kg/TJ x $11.88 \times 10^{-6} \text{ TJ} = 0.00226 \text{ kg}$

На база следния дял в проценти на жилищата за определена област с големина 1 km x 1 km, могат да се определят емисиите на час напр. за SO_2 :

Общ брой жилища – напр. 1000, броят на отопляващите се с гориво/вид е съгласно следната таблица 6-2:

400	Кафяви въглища
50	Природен газ
100	Дърва за огрев
200	Нафта
100	Електричество
150	Централно отопление

Следователно емисиите на SO₂ на час (предполагайки, че отопляването съвпада по време) са:

$$400 \times 0.0107 + 50 \times 0.00000594 + 100 \times 0.000071 + 200 \times 0.0019 \text{ kg/h} = 4.28 + 0.000297 + 0.0071 + 0.38 = 4.67 \text{ kg}$$

При предположение, че продължителността на периода на отопление е 6 месеца (или около 30 дни/месец x 24 часа/ден x 6 месеца/година = 4320 часа/година), годишната емисия SO₂ в тази област от 1 km² се оценява на 4320 x 4.67 = 20174 kg/год.

2.2.3 Емисии от транспорта на моторни превозни средства

2.2.3.1 Общи положения

Следващите обяснения се базират главно на опита от Туининг-проекта. При този проект емисиите на автомобилния транспорт се третираха като линейни източници по протежението на пътната мрежа, като оценките за средно-годишната интензивност на емисиите на замърсители е в mg/(m x sec) за всеки пътен сегмент от тази част на местната пътна мрежа, която е сметена за важна от гледна точка автомобилните емисии. Чрез този метод за оценка на емисиите от моторизирания транспорт трябва да се постигнат две цели. На първо място са необходими емисионните фактори за автомобилния парк на локално ниво, както и типичните транспортни обстановки (напр. конкретни условия като наклон на пътя, който може да оказва голямо влияние на емисионните фактори). Форматът и необходимите характеристики са съобразени с начина, по който се изчисляват емисиите от линейните източници. В рамките на проекта това изчисление бе направено чрез специален модул (Emistreet), включен в системата за дисперсионно моделиране Selma^{GIS}. Тази система изисква таблица с емисионни фактори за леки и тежки автомобили и за 4-те замърсителя.

След това, пак с оглед изискванията на системата за дисперсионно моделиране, трябва да се знае количествено интензивността на транспорта за всяка улица или пътен сегмент. За да могат да се изчислят средногодишни стойности на емисиите, горните данни трябва да бъдат представени под формата на подходящи средни стойности за интензивността на трафика. При използването на Selma^{GIS} се изисква данните да се представят като стойности за среднодневния трафик (СДТ) и за дела на тежкотоварните камиони от този СДТ за всеки пътен сегмент.

Последната стъпка е да се изчислят специфичните емисии за всеки пътен сегмент в mg замърсител на метър улица и на секунда, базирайки се на системата с емисионни фактори и данните за интензивността на транспорта. На таблица 6-3 са показани резултати, получени с такива изчисления чрез емисионния модул на Selma^{GIS}. За всеки пътен сегмент в таблицата са дадени името на пътния сегмент, СДТ, делът на тежкотоварните камиони, описател (дескриптор) на сегмента, който се използва за селектиране на

съответстващите емисионни фактори за този сегмент, при улиците тип “каньон” се дава и ширината на улицата и дескриптор за вида на каньона, и накрая – изчислените специфични емисии за 4-те замърсителя за сегмента в $\text{mg}/(\text{m} \times \text{sec})$. При една сложна пътна мрежа може да се стигне от няколко стотици до повече от хиляда такива сегмента, всеки със свои данни за емисиите (напр. в случая на Перник имаше повече от 300 сегмента). Трябва отново да се спомене, че разчленяването на пътната мрежа на сегменти зависи от използваната система за моделиране. Една от причините за големия брой сегменти е, че заради ядрото, в което се изчисляват концентрациите във въздуха в улични каньони, Selma^{GIS} ограничава дължината на отделните сегменти с характеристики на улични каньони в интервала между 90 и 110 m (докато при другите сегменти няма ограничения, но пък интензивността на емисиите трябва да е постоянна по целия сегмент, както и сегментът трябва да представлява права линия).

Таблица 6-3: Пример за специфични емисии в пътните сегменти

ИМЕ_СЕГМ	СДТ	ТТК	Описател на сегмента	Шир. на ул. [m]	Тип каньон	NOX [mg/(mxsec)]	SO2 [mg/(mxsec)]	PB [mg/(mxsec)]	PM10 [mg/(mxsec)]
Road_to_Greece_1	6787	0.27	Rural_1_PM0_10_28schlecht			0.23100	0.02030	0.00056	0.08180
Road_to_Greece_2	6787	0.27	Rural_1_PM0_10_28schlecht			0.23100	0.02030	0.00056	0.08180
Стомана_13	2005	0.09	Rural_3_PM0_05_10schlecht			0.04800	0.00291	0.00018	0.00695
Dimityr_Blagoev_21	5258	0.12	Urban_RoW_PM0_05_12	30	101	0.12100	0.00897	0.00044	0.02400
Dimityr_Blagoev_22	5258	0.12	Rural_3_PM0_05_12schlecht			0.13300	0.00902	0.00046	0.02380
Juri_Gagarin_35	13477	0.13	Urban_TrL_PM0_15_14schlecht			0.35100	0.03088	0.00143	0.07015
Juri_Gagarin_36	16832	0.12	Urban_RoW_PM0_20_12schlecht	70	101	0.41800	0.03383	0.00167	0.07915
Juri_Gagarin_39	16832	0.12	Urban_RoW_PM0_20_12schlecht	30	105	0.41800	0.03383	0.00167	0.07915

След това тези стойности за интензивността на емисиите могат да се използват в системата за дисперсионно моделиране заедно с информацията за метеорологията и типа на улицата (напр. данни за характеристиките на уличния каньон), за да се изчислят концентрациите на замърсителите в атмосферния въздух.

Емисионните фактори, представени вече най-общо, взимат предвид само емисиите от ауспуха. Добре известно е обаче, че автотранспортът освен това е причина за съществени емисии на обща прах/PM10 от унос на прах от повърхността на пътя и от изтъркване на гумите на движещите се коли. В анализа трябва да се предвиди включване също и на тези емисии. В Туининг-проекта това бе направено чрез системата за дисперсионното моделиране Selma^{GIS}, в която има включен модул за изчисление на емисии от пътните сегменти въз основа на емисионните фактори от Mobilev (описано по-долу) и така допълнително се съблюдават емисиите на PM10 от унос и изтъркване, причинени от движещите се автомобили. В специфичните емисии на PM10 в таблица 6-3 вече са включени общите емисии от ауспуха и тези от унос (завихряне на прах).

2.2.3.2 Емисионни фактори за автомобилния транспорт

Една от задачите на Туининг-проекта бе корекцията/настройването към българските условия на програма, използвана в Германия за описание на

емисии от автомобили, основаваща се на множество измервания, извършени за различни видове автомобили и за различни транспортни условия. Програмата, наречена **Mobilev**, като цяло е база данни под Microsoft Access със съхранявано вътре огромно количество данни и определени маски/екрани за входни и изходни данни, както и функции, които могат да бъдат използвани за различни цели. Една от възможностите е да се генерират таблици с емисионни фактори за автомобилния транспорт, които да могат да се използват при системата за дисперсионното моделиране Selma^{GIS}, ползвана за анализа в Перник. Този модул Mobilev за емисиите от транспорта бе коригиран в рамките на проекта по начин, отразяващ характеристиките на местния автомобилен парк. За тази настройка бяха употребени статистически данни за възрастта и вида на регистрираните автомобили, подадени от българската транспортна полиция (КАТ), както и резултати от преброявания на трафика в Перник. **Mobilev съдържа основни данни за емисионни фактори за PM10 и NOx, както и за потреблението на гориво при западноевропейските състав на автомобилния парк, видове улици и тегла на километража, и включва данни от Източна Германия от началото на 90-те години, когато все още са се движили много коли с източноевропейски произход.** Тези базови данни могат да бъдат настроени към българските условия. Mobilev изчислява емисиите на олово и на SO₂ на база потребеното гориво и съдържанието на олово и сяра в горивото. Специфичното съдържание на тези замърсители в българските горива може да бъде зададено за изчислението на емисионните фактори. Теглата на километража на различните автомобилни пластове и състава на автомобилния парк от гледна точка на различните специфични емисии бяха настроени към българската обстановка. Поведението на емисиите на по-новите автомобили в България е същото както и в Западна Европа, а за старите автомобили и по-конкретно и за старите камиони бяха използвани данни за емисиите от камиони от подобни класове тегла в Германия от 70-те и 80-те години. Едно важно различие в характеристиките на автомобилния парк е, че голяма част от тежкотоварните автомобили до 12t или 14t брутно автомобилно тегло в България използват бензин като гориво, докато в Германия напр. тези камиони се движат само на дизелово гориво. Емисионните фактори за тези тежкотоварни камиони в България бяха установени на база емисионни фактори за стари лекотоварни камиони с допълнителни корекции (увеличаване на емисионните фактори), отчитащи по-мощния двигател на по-големите камиони. **Тъй като предположението в модела е, че двигателите, движещи се на бензин, не причиняват емисия на PM10 (сажди), то емисиите на PM10 от дела на тежкотоварните камиони (ТТК) от българския автомобилен парк може да са значително по-ниски напр. от съответната част на парка в Германия.** Друго различие е свързано с дела на леките автомобили в България, движещи се на втечен газ, докато в немския автомобилен парк няма съществен дял такива автомобили. Но анализът на експерта, който бе натоварен да извърши настройката, стигна до заключението, че няма съществени разлики в емисиите на NOx между колите, движещи се на бензин, и тези на втечен газ. Значителни разлики може да се очакват само при емисиите на олово, но това влияние на местния автомобилен парк може да бъде взето предвид, като се избере такова средно

съдържание на олово, отчитащо процентите автомобили от парка, движещи се на бензин и на втечен газ.

В рамките на Туининг-проекта бяха изчислени емисионните фактори за условията в Перник. **Повече подробности за тези изчисления може да видите в съответния доклад по проекта.**

Съдържанията на сяра и на олово в горивото, необходими за изчисленията, бяха определени на база разпоредбите на българската Наредба № 17, която задава максималното съдържание на тези вещества в горивата. Бяха направени някои модификации, вземащи предвид дела на колите, движещи се на течен газ и на безоловен бензин.

Чрез коригирания модул Mobilev бе изчислена таблица с емисионни фактори. Тази таблица съдържа фактори в g/km емисия на замърсител на автомобил за леки коли плюс лекотоварни камиони, както и за тежкотоварни автомобили (повече от 3.5t брутно автомобилно тегло) за замърсителите NOx, PM10, олово и SO2.

категории пътища, които определят емисионните фактори чрез **Емисионните фактори зависят от следните параметри:**

- средната скорост и честотата на спиранията при движението на автомобилите и последващите процеси на ускорение на движението. Възможните видове са изброени по-долу в таблица 6-4. За пернишките условия не бяха използвани всички (напр. нямаше категория за магистрала).

Таблица 6-4: Категории пътища

*[извънградски, основен, прав
извънградски, основен, правилни завои
извънградски, основен, неправилни завои;
градски, основни улици, скорост до 50 км/ч
градски, основни улици, предимство отдясно
градски, основни улици, светофар
градски, център
улици с жилища
магистрала, без ограничение на скоростта
магистрала, скорост до 120
магистрала, скорост до 100
магистрала, скорост до 80
магистрала, скорост до 60]*

ID	Road category
2	rural, primary, straight
3	rural, primary, regular curvatures
4	rural, irregular curvatures
5	urban, main streets, speed limit > 50 km/h
6	urban, main streets, right of way
7	urban, main streets, traffic lights
8	urban, city centre
9	residential streets
10	motorway, without speed limit
11	motorway, speed limit 120
12	motorway, speed limit 100
13	motorway, speed limit 80
14	motorway, speed limit 60

- наклон на пътният сегмент, който оказва голямо влияние на необходимата мощност на двигателя за задвижване на автомобила. Емисионните фактори могат да бъдат изчислявани за промени със стъпка 2%, от 0 до +/- 6% наклон
- СДТ и дял на тежкотоварните автомобили (ТТА) по пътният сегмент. Това влияе на взаимодействието между автомобилите – колкото по-големи са дяловете на СДТ и ТТК (ТТА), толкова по-силно е взаимодействието и специфичната емисия. СДТ може бъде изменян на стъпки от по 5000 – от 5000 до 50000 автомобила на ден, а дялът на ТТК – на стъпки от 2%, от 0% до максимум 30%

На база тези вариации, различните категории пътища и другите установени за Перник параметри, бе изчислена таблица с около 2500 реда, представяща серии емисионни фактори за различни условия на трафика. Долните записи представляват извечение от тази таблица:

замърсител: SO2 SO2, NOx NOx, олово олово, частици частици
катег. път, коли+ЛТК ТТК, коли+ЛТК ТТК, коли+ЛТК ТТК, коли+ЛТК ТТК, коли+ЛТК ТТК, коли+ЛТК ТТК, коли+ЛТК ТТК
Rural_1_PM0_05_00 6.095526E-02 0 2.245945 0 8.53327E-03 0 6.974999E-03
Rural_1_PM0_05_02 6.121171E-02 1.002285 2.247185 6.335914 8.539101E-03 5.023858E-03 7.075812E-03
0.3893403
Rural_1_PM0_05_04 6.147885E-02 1.002285 2.248476 6.335914 8.545175E-03 5.023858E-03 7.180825E-03
0.3893403
Rural_1_PM0_05_06 6.175736E-02 1.002285 2.249822 6.335914 8.551508E-03 5.023858E-03 7.290308E-03
0.3893403
Rural_1_PM0_05_08 6.204797E-02 1.002285 2.251225 6.335914 8.558116E-03 5.023858E-03 7.40455E-03
0.3893403
.....

Числата в колоните на таблицата са емисията на автомобил в g/km (или mg/m), разделени на леки коли + лекотоварни камиони (ЛТК) в една колона и ТТК във втората колона, за всеки от замърсителите.

Първата колона на таблицата показва идентификатора (дескриптора) за всяка серия, напр.:
Rural_1_PM0_05_04.

Идентификаторът съдържа пътната категория (Rural_1), наклона на пътя (в случая PM0, означаващо наклон +/- 0%; +/- означава и за двете посоки на движение, при еднопосочни улици трябва да се използва само положителен или отрицателен наклон), СДТ (5000) и дела на ТТК (4%).

Всеки пътен сегмент, използван при изчисленията със SELMA^{GIS}, има описание, което трябва да съдържа информация за категорията път,

наклона и т.н. Тогава SELMA^{GIS} търси в таблицата с емисионни фактори същото описание/идентификатор и автоматично прочита свързаните емисионни фактори в таблицата.

Mobilev бе настроен така, че да дава емисионни фактори за автомобилния транспорт при условията специално за Перник, София и страната като цяло, както и за годините 2000, 2005 и 2010. За 2005 г. и 2010 г. базата данни съдържа приемливи промени в състава на автомобилите, състоящи се в по-голям дял на автомобили с ниски емисии на отработени газове от ауспуха. Допълнително могат да се включат промените в горивото (безоловен бензин, намалено съдържание на сяра) съгласно законовите изисквания (Наредба № 17). Настройката бе направена на база оценката на експерта, занимаващ се с разработката на системата Mobilev. Ако в бъдеще се разполага с подходящи по-нови данни за автомобилния парк в България (напр. статистически данни от КАТ, информация за средния километраж на дадени групи автомобили и т.н.), Mobilev ще може да се настрои така, че да отчете тези данни.

Трябва да бъде споменато, че ако за управление качеството на атмосферния въздух на местно ниво се използват други системи за дисперсионно моделиране, е възможно да се изискват различни формати на емисионните фактори, които Mobilev да не е в състояние да генерира.

Тъй като работата по оценка и контрол на данните за трафика на всеки пътен клон за всеки от единадесетте типа автомобили за всеки час от деня поотделно е прекалено много, се препоръчва следното:

- първо за всеки пункт да се направи оценка на **сумата** на автомобилите поотделно за всеки вид (леки автомобили, камиони, автобуси, тролей), но не отделно по типове
 - след това да се изчисли средният дял на типовете автомобили за всеки вид автомобил за сумата от всички 24 часа (това може да се направи също и за сумата от данните за няколко пункта, за които се предполага, че имат подобни характеристики от гледна точка на разпределението на типовете автомобили; като пример са дадени резултатите за четирите сектора на пътната мрежа в Перник - **Приложение 4а**)
- **Конвертиране на данните в подходящ формат и използването им за оценка на емисиите и на качеството на въздуха**

В **Приложение 4а** тези принципи са обяснени чрез примерни данни от преброяването и оценката, извършени в рамките на Туининг-проекта в Перник.

2.2.4 Емисии от други площни източници на прах/PM10

По-специалните източници на емисии на прах в изследвания район или в съседство също следва да се включат, тъй като те могат да оказват влияние на концентрацията на PM10. Такива специални източници включват напр.

сгуроотвали, минни площи, депа за отпадъци със запрашаващ характер, площи със суха повърхност, върху които се движат камиони или други тежки машини, причиняващи прахови емисии в атмосферния въздух. Емисиите може да се появяват само при определени метеорологични условия като сухо време плюс силни ветрове, но в тези случаи да са с голяма интензивност. Тъй като тези източници са близо до земята, влиянието им върху концентрациите на замърсителите от гледна точка на краткосрочните норми може да е много голямо. За намиране на приблизителна стойност на емисиите от тези площи, причинени напр. от уноси на прах при силен вятър или от движението на камиони или изсипване на товара им, има на разположение няколко инструкции, които могат да се намерят напр. в документите, предоставени от американската агенция US EPA на страницата <http://www.epa.gov/ttn/chief/index.htm> (като документите "13.2.5 Промислена ветрова ерозия" или "13.2.2 Пътища без настилка" или "11.9 Западен открит възгледобив". Тези литературни източници дават допълнителни множители за фракцията на PM10 в прах с различен произход. Други информационни източници включват немските стандарти VDI, напр. VDI 3790, части 2 и 3, съдържащи също и множители и данни за емисии от транспортни операции на депа за отпадъци, или за емисии, причинени от ветрова ерозия.

Така напр. в Туининг-проекта се направиха оценки за емисиите на PM10 от 2 сгуроотвала въз основа на гореспоменатия документ от US EPA ("11.9 Западен открит възгледобив "). Поради специфичното транспортиране на пепелта към сгуроотвалите с помощта на вода (суспензия от пепел и вода се изпомпва към депата, а водата се отделя и използва наново) и нуждата от поддържане на суха крайна ивица в сгуроотвалите от гледна точка на хидростатичната стабилност на стените на депото, сгуроотвалите стават източници на замърсяване на атмосферния въздух при сухо време и допълнително наличие на силен вятър. На база формула за оценка на US EPA за ефекта на скоростта на вятъра върху емисионната интензивност на складираните материали на площи на възглицни мини (емисия на прахови частици > 30µm, в kg на час и на хектар = 1.8 * скорост на вятъра в m/sec, като се започва от 5m/sec – долната граница на скоростта на вятъра), известната площ на непокритите с вода части на депата и наличните метеорологични данни, бе определена средната интензивност на емисиите от тези депа за часовете с висока скорост на вятъра. Фракцията на PM10 от емитираната прах бе определена чрез подходящ множител. Общият масов поток на PM10 за депата бе оценен на около 170kg/h за време от около 400 часа в годината, което довежда до съществен принос към местното замърсяване на въздуха.

2.3 Дисперсионно моделиране

2.3.1 Общи положения

Основната цел на дисперсионното моделиране при местното управление на КАВ е да се анализират връзките между емисиите на вредни вещества във въздуха и концентрациите им в атмосферния въздух. Ако са известни емисиите от различните източници и групи източници в изследвания район,

използването на подходящ дисперсионни модели може най-малкото да предостави ценна информация по следните въпроси:

- за приноса на различните източници към състоянието на качеството на въздуха, както и за приноса на местните източници, сравнен с приноса на източници извън района (фонова концентрация с разнообразен възможен произход)
- за пространственото разпределение на концентрациите на замърсителите в изследвания район
- за ефекта от мерките за намаляване на емисиите или от повишаването в бъдеще на определени емисии върху местното качество на атмосферния въздух.

Ето защо, като допълнение към измерванията на КАВ, дисперсионното моделиране е важно допълнително средство за анализ на местното качество на атмосферния въздух, предоставящо информация, която иначе не би могла да бъде събрана. Само чрез дисперсионно моделиране е възможно да се направи поне оценка на бъдещите ефекти от промени в условията на емисиите (напр. от увеличаването на автомобилния транспорт) или от планираните мерки за подобрене, и може да се предположи дали да се очаква спазване на нормите за качество на въздуха към определена дата в бъдеще.

Дисперсионното моделиране има много ограничения от гледна точка на точност и прогнозируемост на местните концентрации на КАВ. В зависимост от типа на използвания модел, от необходимите и налични входни данни за метеорологията и емисиите и напр. от топографията и разпределението във времето на стойностите на концентрациите, които трябва да бъдат изчислени, то и предсказаните стойности на определени места могат да се различават повече или по-малко от измерените стойности. Като правило е много по-лесно да бъдат изчислявани средни годишни стойности на концентрациите с подходяща точност, отколкото да се дават прогнози за краткосрочни стойности на концентрациите.

В световен мащаб има много и различни дисперсионни модели. Целта на следващия раздел е да направи (непълнен) преглед, главно на база опита в Германия (тъй като този наръчник е разработен в рамките на българо-немски туининг проект). Този преглед е полезен от гледна точка на

- даване на първоначален обзор на различните категории модели,
- даване на примери за модели в различните категории,
- указания за входните данни, необходими за работата на тези модели, и
- точност на резултатите, получени чрез тези модели.

Преглед на литературата, използвана в този раздел, е даден в библиографията в **Приложение 5d**

Съществуващите модели могат да бъдат класифицирани в зависимост от целта на приложението, от вида на терена от гледна точка на дисперсията, от типовете източници и от големината на изследваната област:

Цели на приложението

Първата стъпка при избирането на модел е да се знае дали резултатите са необходими

- само с цел обща проверка (скрининг), т.е. за първоначална бърза оценка на концентрациите (за целта се използват прости скрининг-модели), или
- за цел, за която се изисква нормално качество на резултатите (за целта се използват регулаторни или други модели) или
- за изследователски цели, нуждаещи се от високо ниво на качеството (в случая се използват модели на изследователско ниво).

За първоначални обсъждания по въпроси, засягащи напр. местоположението на нови инсталации или нови улици, са необходими само първоначални оценки на концентрациите, и затова са достатъчни прости и лесни за работа скрининг-модели. Същото важи и ако всички налични входни данни са с лошо качество. В такъв случай не е целесъобразно да се използват сложни дисперсионни модели

Вид на терена

Изборът на модел зависи и от типа терен: равнинният терен обикновено не представлява проблем. В случай че дисперсията се осъществява в топографски нехомогенен, хълмист терен, или в близост до източника има сгради, оказващи влияние на дисперсията, съществуват модели, специално разработени за тези цели.

Типове източници

Дисперсията на емисии от комини на промишлени инсталации или битово отопление обикновено започва да се осъществява на определена височина над земята, където може да се предположи, че вертикалният профил на вятъра е хомогенен в по-голяма или по-малка степен. Това не се отнася например за дисперсията на отработените газове на автомобилите, за които са необходими специални модели, или би могло да се използват модели, адаптирани да вземат предвид вертикалния градиент на скоростта и предизвиканата от скоростта турбулентност.

2.3.2 Примери за различните категории модели

По-горе споменатите приложения са описани по-нататък. Целта не е примерите да са изчерпателни; те са дадени на база проучвания в Германия, евентуално отнасящи се и до други страни. За подробна и всеобхватна документация за различните модели, използвани в Европа, вж. системата с примерни документи (Model Documentation System – MDS) на европейския център по въпроси на качеството на въздуха (European Topic Centre on Air Quality – ETA) на страницата <http://www.etcaq.rivm.nl/databases/mds.html>.

2.3.2.1 Скрининг-модели

Скрининг-моделите са широко разпространени при оценка на концентрациите в близост до пътища. Примери за такива модели са M_{LuS}, CAR, DISP-CAR или STREET. За по-пълно описание на тези модели и сравнителен тест вж. Baltrusch, 1995. M_{LuS} е проектиран и препоръчван от немското Федерално Министерство на транспорта, строителството и жилищното строителство да бъде прилаган за открити терени без обкръжаващи сгради, а другите модели могат да работят както с открит терен, така и с дисперсия в близост до сгради и в улични каньони. CAR е холандски модел, DISP-CAR е швейцарски, а STREET е модел, използван както в Германия, така и във Франция.

Обикновено за тези модели не е необходимо поотделно определяне на ветровото поле, емисията и дисперсията. Те работят предимно на базата на регресионния анализ, като изискват входни данни от типа на обем на трафика, състав на трафика и скорост на автомобилите и т.н., но не и изрично емисията.

2.3.2.2 Модели с ветрово поле

В случай че дисперсията не се осъществява в равнинен терен, а под влияние на сгради и/или топографски елементи, не е логично да се предполага, че ветровото поле е хомогенно. В тези случаи първо трябва да се изчисли ветровото поле като функция на местоположението в изследвания район и след това дисперсията в рамките на това ветрово поле.

В случай че ветровото поле е повлияно от топографските особености, диагностичните модели с ветрово поле използват дигитален теренен модел, скоростта и посоката на вятъра например в някоя станция за мониторинг в района и някои опростени предположения, за да изчислят скоростта и посоката върху цялата територия. Примери за тези модели са CONDOR (Университет Карлсруе), MKW (немска Метеорологична служба) или DIWIMO (фирма Lohmeyer Consulting Engineers) или моделът с ветрово поле, съдържащ се в LASAT (фирма Ingenieurbüro Janicke). При всички тях не се изисква голяма изчислителна мощност.

В случай че опростените предположения на диагностичните модели не могат да бъдат приети, например ако наклонът на хълмистия терен е достатъчно голям, за да предизвика разделяне на потока, трябва да се използват прогностични модели. Примери за такива модели са FITNAH (Университет Хановер), MM5 (САЩ) или METRAS (Университет Хамбург). При тези модели обаче се изисква много изчислително време и знания за работа с тях така, че приложението им не е толкова разпространено.

Особено при планински райони и при изчисляването на дисперсията от източници на ниско ниво извън застроените области, може да се окаже необходимо да се отчитат долинните дренажни потоци, осъществяващи се през нощи с ниски скорости на вятъра в региона и без съществена облачност. При моделите за долинни дренажни потоци са необходими входни данни за цифрово издигане и теренно моделиране. Примери за такива модели са KLAMM (Немска Метеорологична служба) или KALM (фирма Lohmeyer Consulting Engineers).

Особено при изчисляването на дисперсията вътре в застроени райони в случай на емисии на ниско ниво близо до сгради или емисии от отработени

газове на автомобили в улични каньони или улици, граничещи със сгради, са необходими т.нар. струйни модели на микроиво. И в този случай съществуват диагностични модели, базирани на някои опростени предположения с цел облекчаване на изчисляването, както и прогнозни модели за по-добро качество. За всички тези модели е необходим цифров модел на сградите в изследвания район. Примери за диагностични модели са ABC (фирма Ingenieurbüro IMA, Фрайбург) или DASIM (Университет Дармшат). Примери за прогнозни модели са MUKLIMO (Немска Метеорологична служба), MIMO (Солунски Университет), CHENSI (Университет Нант) или MISKAM (Университет Майнц). И двата вида модела са често срещани в практическото им приложение. Понякога за атмосферните потоци се използват и CFD-програмни кодове, първоначално произлизащи от приложения за задачи по динамика на флуидите в машинното инженерство като TASKflow, STAR-CD, PHOENIX. Тест на тези модели, направен в рамките на TRAPOS, може да се види на <http://www.dmu.dk/AtmosphericEnvironment/trapos/>.

2.3.2.3 Модели за изчисляване дисперсията на емисии от комини и издигнати площни източници

Плосък терен

Моделите за дисперсия на емисии от комини и от издигнати площни източници в плосък терен без съществено влияние на сгради обикновено са струйни Гаусови модели. В техните основни уравнения са залегнали предположения за вертикален профил на вятъра, независим от височината над земята. Ето защо е възможно затворено аналитично решениена различните уравнения, като за тях не е необходимо много изчислително време. Много държави използват тези Гаусови струйни модели с регулативни цели. Има известни малки разлики между моделите в начина, по който изчисляват издигането на струята чрез изтласкващата сила и импулса на силата, както и вертикалното и хоризонталното разпространение на струята чрез атмосферната турбулентност; някои държави използват параметрите на Turner, други – тези на Pasquill-Gifford, трети – тези на Klug-Manier. Но по същество те всички са еднакви. Примери за такива модели са ISC (САЩ), AUSTAL86 (Германия), PLUME (България), UDM-FMI (Финландия) и много други. ADMS (Великобритания) и AERMOD (САЩ) работят на Гаусовия принцип, поне в хоризонталното измерение. Все още не е постигната хармонизация на европейско ниво.

Към тази група модели спадат и IMMIS-NET (фирма IVU GmbH, Sexau), който се основава на AUSTAL86 и е допълнен с още характеристики за по-лесна работа и включване на дисперсията на отработени газове от автомобилите. TALBO (фирма Lohmeyer Consulting Engineers) също спада към тази група, като не се различава много от IMMIS-NET, но разширената версия на TALBO може да работи с усложнения модел на издигане на струята на Schatzmann (1979).

Топографски повлиян терен

При терени, за които топографията променя полето на потока на локално ниво, Гаусовите струйни модели могат да се използват, само ако се сметне, че тази промяна е незначителна. В случай че такива модели се използват въпреки важните влияния на топографията, съществуват схеми за корекция, но обикновено те не дават много убедителни резултати.

В случай че топографските особености са важни, трябва да се използват модели, които са в състояние да отчитат локално променящото се струйно поле. Видовете модели, които могат да постигат това, са Гаусови “облачни” модели, модели на Ойлер и модели на частиците (=модели на Лагранж). Гаусовите “облачни” модели разделят непрекъснатата струя на единични “облаци”, следващи променящото се поле на потока и разпръскващи се в зависимост от разстоянието им от източника чрез надлъжни, хоризонтални и вертикални дисперсионни параметри. Моделът на Ойлер и този на частиците са растерни модели; те работят на основата на 3-измерен растер, обхващащ изследваната област. Ойлеровите модели пренасят замърсителя от една клетка на растера към друга чрез конвекция и турбулентност. При моделите на частиците частиците се освобождават една след друга от източника, пренасят се чрез полето на потока, на края на изчисляването се установява броят на частиците във всяка клетка на растера и се използва, за да се определи концентрацията. Примери за подежни Гаусови модели са CALPUFF (САЩ) или PIMPUFF (Дания), за Ойлерови модели – KAMM (Университет Карлсруе) и METRAS (Университет Хамбург), а за модели на частиците – LASAT (фирма Ingenieurbüro Janicke), AUSTAL2000 (Германия) или SPRAY (Италия).

Сгради в близост до източника

В случай че близо до комина има сгради, трябва да се вземе предвид изменението на полето на потока поради сградите. Това може да стане с различни степени на сложност. Единият начин е все пак да се използва Гаусов струен модел, но да се отчете влиянието на сградите чрез емпирично намаление на ефективната височина на комина (причинена от низходящ поток), и чрез емпирично увеличение на хоризонталните и вертикалните дисперсионни параметри (причинени от увеличената атмосферна турбулентност). Пример за такъв модел е AUSTAL86 (Германия).

Другият начин да се вземат под внимание сградите е първо да се изчисли промяната във ветровото поле (вж. гореспоменатите модели с ветрово поле, например чрез ABC, MISKAM или модела на полето на потока LASAT) и след това да се изчисли дисперсията в рамките на това поле на потока, например чрез LASAT или AUSTAL2000.

2.3.2.4 Модели за изчисляване дисперсията на изгорели автомобилни газове

Моделите за изчисляване дисперсията на изгорели автомобилни газове всъщност не са специални дисперсионни модели, но обикновено те отчитат причинената от автомобилите турбулентност, сравнително големия градиент поне във вертикалния профил на скоростта на вятъра и променящите се

емисии на пътя най-вече през деня и седмицата. И в този случай има различни степени на сложност в моделите за плосък и застроен терен.

Плосък или топографски повлиян терен

Повечето Гаусови струйни модели се използват за плосък терен, модифицирани за причинената от автомобилите турбулентност например чрез предположение за определена първоначална вертикална дисперсия над пътя и модифицирани чрез разширен статистически модул, вземащ предвид вариациите на емисиите. Примери за такива модели са CALINE или Breeze-roads (САЩ), ADMS-roads (Великобритания), Immiss-NET (фирма IVU GmbH, гр. Сексау), CAR-FMI (Финландия) или PROKAS_V (фирма Lohmeyer Consulting Engineers).

В топографски повлиян терен полето на потока и долините дренажни потоци се изчисляват чрез модели с поле на вятъра, както бе описано по-горе, а дисперсията вътре в тези ветрови полета се изчислява например с LASAT.

Застроен терен и улични каньони

В застроен терен и улични каньони трябва да се отчита промяната в полето на потока. Тук отново съществуват различни степени на сложност и различни процедури.

Някои модели се базират на опростени предположения за полето на потока и дисперсията в това поле на потока, но се прави внимателно калибриране на моделите чрез сравнение на получените чрез тях резултати с измервания на открито. Примери за такива модели са CPB (Германия) и OSPM (Дания). Тези модели не използват 3-измерни дигитални модели за сгради като входни данни.

Други модели използват на входа си 3-измерните модели за цифровизиране на сградите, но само при разработването на моделите. При тях се задават например 10, 30 или 100 различни типични представени в безмерен вид сградни конфигурации, правят се изчисления за тези случаи и резултатите се съхраняват в база данни. Потребителят на моделите класифицира сградната конфигурация за конкретно необходимото приложение и по този начин използва предварително изчислен резултат, чийто мащаб се определя съгласно абсолютните измерения на приложението. Примери за такива модели са STREET (без изрична възможност за входни данни за емисията) и PROKAS_B (с отделна възможност за вкарване на емисиите).

Други модели извършват пресмятането на база на цифров сграден модел, който трябва да се зададе подробно от потребителя. След това те изчисляват ветровото поле чрез диагностичен или прогнозен модел на ветрово поле и дисперсията вътре в това поле на потока с помощта на Ойлеров или дисперсионен модел на частиците. Примери за такива видове модели са ABC и DASIM, които използват диагностични модели на ветрово поле, както и MISKAM (Германия), ADMS-URBAN (Великобритания), MUKLIMO (немска Метеорологична служба), Zone (Русия) и т.н.

2.3.3 Входни данни за моделите

При скрининг-моделите необходимите входни данни са възможно най-малко. Колкото по-усложнен е моделът, от толкова повече входни данни има нужда. Не може да се даде обща информация за точната необходимост от входни данни за моделите, без да се навлезе в подробности, което не е целта на настоящия документ.

2.3.4 Точност на изчисленията

При прогнозите за концентрацията в атмосферния въздух, дължаща се на емисиите, също както и при измерванията на концентрацията, има рискове от грешки. Много често по отношение на дисперсионните модели се обсъждат въпросите за надеждността на изчисленията и качеството на резултатите. Изчислените концентрации обаче зависят не само от вида дисперсионен модел, но също и от редица входни данни, като всеки от тези фактори влияе повече или по-малко върху предсказаните концентрации. Важни входни параметри са емисиите, структурата на сградите в района, метеорологичните данни и фоновата концентрация.

Поради широкия диапазон от грешки, свързани с всеки вид входни данни и с изчислителните етапи, не е възможно да се направи традиционна оценка на грешката, тъй като диапазонът на грешките при отделните параметри или етапи от цялата дейност не са известни в достатъчна степен на сигурност. Възможно е обаче за моделите да се даде сравнение между действителните измервания и изчисленията, с чиято помощ потребителят може да добие впечатление за качеството на резултатите от изчислението.

По отношение на прогнозите за концентрациите в атмосферния въздух, дължащи се на димните газове от комини Hanna (1993) пояснява, че първоначално трябва грубо да се предположи грешка от $\pm 50\%$ от изчислените средногодишни стойности (това се отнася само до изчислените допълнителни концентрации, без отчитане на съществуващата фоновата концентрация; тъй като изчислените допълнителни концентрации обикновено са много малки в сравнение с фоновата, грешката в общата концентрация е по-ниска). От време на време се появяват публикации, съобщаващи за отделни модели, достигащи много по-точно съответствие с измервателните резултати от валидирани набори данни, но това са обикновено особени случаи, които не би следвало да се използват за общи твърдения. Някои от резултатите от измерванията за определяне на отделните дисперсионни параметри за Гаусови струйни модели изглежда се колебаят с $\pm 100\%$ (Thomas et al., 1983).

Наличната информация за изчисляване на концентрации в близост до улици е малко по-подробна. В едно проучване на чувствителността за проекта "Европейски изследователски център за Мерки по контрол на замърсяването на въздуха – PEF" (Flassak et al., 1996) прогнозите за концентрация във въздуха, дължащи се на отработените газове от МПС, също вземат под внимание и влиянието на неточности във входните параметри. Според проучването най-голямото влияние върху стойностите на концентрацията в атмосферния въздух се дължи на входните параметри за изчисляването на емисиите, както и на плътността на сградите, пролуките между сградите покрай уличните платна и разпределението на посоката на вятъра.

Що се отнася до оценката на грешката при емисии от автомобили, може да се добави, че емисиите от пътният транспорт досега не са били измервани пряко, а са били определяни чрез изчисления с модел. Точността на емисиите е в пряка зависимост от диапазона на грешките в базовите данни (т.е. брой на автомобилите, емисионен фактори, разпределение на пробег, автомобилен поток).

Според BASt (1986) отклонението между стойностите от ръчно преброявания среднодневен трафик (СДТ) в сравнение с едновременно събираните данни от преброяване чрез автоматични броячни станции е около 10 %.

По отношение на емисионните фактори, досега все още няма събирани данни за диапазона на грешката. Затова е приета предварителна средна оценка от около 20 %.

Други възможни грешки могат да се дължат на разпределението на километражния пробег на автомобилния парк, групиран по автомобилни пластове, на дела на автомобилите, тръгващи със студен двигател (дял на "студения старт") и на моделирането на автомобилния поток. В зависимост от изследвания замърсител, тези входни данни могат да оказват различно влияние върху емисиите. Изследванията сочат, че напр. разликата между емисиите, определени на база стандартни стойности за дела на леки и тежкотоварни автомобили и дневните вариационни криви, и емисиите, определени чрез отчитане на съответните данни, събрани с помощта на преброяване, се движи в диапазона от около ± 20 %.

Качеството на дисперсионното моделиране е било обект в други PEF-проекти (Röckle & Richter, 1995 и Schädler et al., 1996). Schädler et al. са направили подробно сравнение между измерените стойности на концентрацията на улица Göttinger Street в Хановер, и изчисленията с MISKAM резултати. Разликата между измерването и резултатите от изчисленията са били в границите на 10 %, като входните данни в случая на Göttinger Street са били много добре известни. В случай че несигурността по отношение на входните данни е по-голяма, следва да се очакват по-големи несигурности в изчисленията. Това сравнение между измерване и изчислени резултати може да се използва за валидиране на модела, вземайки предвид, че и при измерванията, и при изчисленията, има склонност към грешки.

Трябва да се добави, че една грешка в емисиите влияе директно върху изчислената допълнителна концентрация, но не и върху фоновата концентрация, което означава, че влиянието върху общата концентрация в атмосферния въздух е по-малко.

2.3.5 Моделиращата система, използвана в Туининг-проекта

2.3.5.1 Основно описание на системата

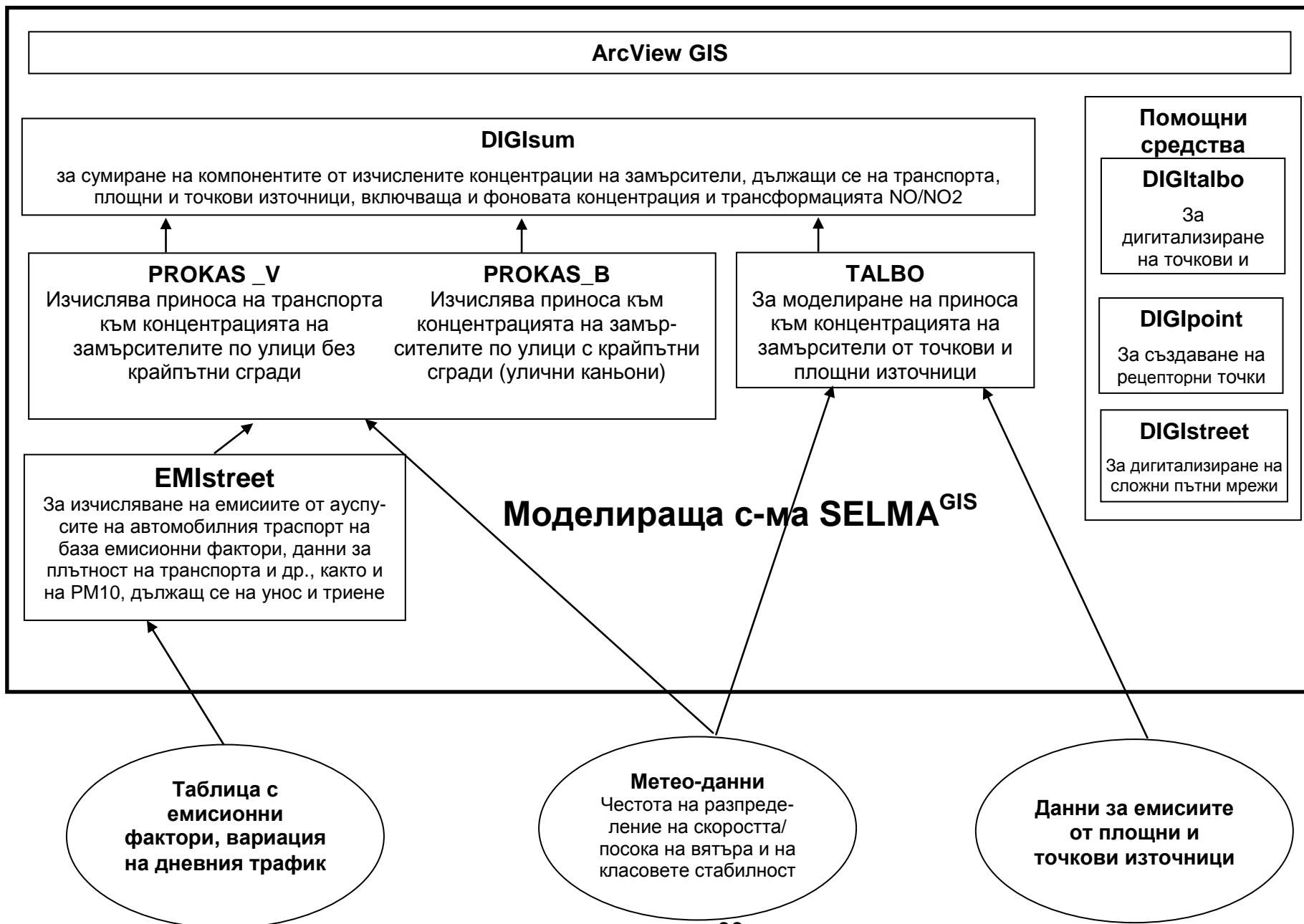
Моделиращата система, която бе използвана в Туининг-проекта и се намира в МОСВ, е Selma^{GIS}. Тази система се използва в Германия и бе закупена в рамките на проекта от една немска фирма (Lohmeyer Consulting Engineers). Системата бе избрана след подробен анализ на изискванията за управление на КАВ на местно ниво, качеството на наличните в България данни за емисиите и метеорологията, възможността системата да се използва от административния персонал, и

необходимостта от обхващане на различните типове емисионни източници (точкови, линейни, площни) в една система. На решението допълнително повлияха наличните пари и време в рамките на Туининг-проекта. В течение на проекта системата се оказа много подходяща за целите да подпомага управлението на КАВ на местно ниво, както и добър компромис между точността на очакваните резултати, работата, необходима за събиране на входните данни, и възможността за използване на системата, въпреки че е ясно, че тя е обект на някои ограничения (напр. тя не взема предвид ефекта от температурните инверсии). Особено географско-информационният интерфейс (GIS) на системата се оказа много удобен за използване от потребителя и улесняващ работата с данните. Също така генерирането на карти с концентрации или структурни диаграми при всяка рецепторна точка, показващи дела на различните източници на замърсяване, бе отчетено като много полезно. Доколкото администрацията в България не разполага с друга моделираща система с по-добра точност и сравнима обща мощност, и тъй като са спазени условията за използването на системата (напр. няма голямо топографски влияние на терена), то може да се препоръча тя да се използва като полезна начална точка за дисперсионното моделиране в райони с превишение на нормите.

Още информация може да се намери в доклада на Туининг-проекта, посветен на избора на дисперсионния модел (доклад съгласно т. В-5.5 от работната програма).

Фигура 6-2: Моделиращата система Selma^{GIS}

/ На следващата страница /



По-долу е дадено по-подробно описание на тази система, за да се покаже с примери какви могат да бъдат важните аспекти при използването на моделираща система в управление на КАВ на местно ниво, някои от които може също да са полезни дори и при използване на други модели.

Мястото на Selma^{GIS} между гореспоменатите модели може да се обозначи с факта, че тя е моделираща система, но същевременно и система за работа с данни и нагледно представяне:

Системата за работа с данни се отличава с пълно интегриране на една географска информационна система (GIS, ArcView), допълнена с модули, които позволяват лесно дигитализиране на данни и задаване на входните данни, необходими за прилагането на различните модели и за нагледното представяне на данните.

На фигура 6-2 на предишната страница е показана схема на моделиращата система с различните ѝ компоненти и връзките между тях.

Моделите, включени за изчисляване на дисперсията (в допълнение към емисионния модел), са описани и характеризирани по-горе.

- **TALBO**, Гаусов струен модел, включващ официалния (до октомври 2002) немски регулаторен модел за дисперсия на газове от комини, допълнен с модул, позволяващ пресмятането на дисперсията от площни източници, които се образуват например от площи с битово отопление.
- **PROKAS_V**, Гаусов струен модел за изчисляване на дисперсията на емисиите от пътната мрежа, и
- **PROKAS_B**, модел за изчисляване на дисперсията от отработените газове на автомобилите, отчитайки влиянието на класифицирани структури на сгради.

С тези модели може също да се изчисляват и средногодишни стойности на допълнителните (нефонові) концентрации на база входните данни за емисиите и метеорологията, които може да се получат/съставят в България с приемливо количество усилия.

Допълнителните модули са:

- **DIGIstreet**, за дигитализиране на сложни пътни мрежи вкл. характеристики на транспорта

- **EMlstreet**, за изчисляване на емисии от ауспуха на МПС (с помощта на съответната таблица с емисионни фактори (напр. изготвена с Mobilev), както и на емисии на PM10, предизвикани от износването от триенето и уноса/завихрянето от повърхността на улицата. По-нататък тази особена характеристика е обяснена по-подробно.
- **DIGItalbo**, за дигитализиране на точкови и площни източници
- **DIGlpoint**, за създаване на рецепторни точки, в които да се изчисляват концентрациите в атмосферния въздух
- **DIGlsum**, за изчисляване на общото замърсяване на база отделните допълнителни концентрации от различните групи източници (които трябва да са били изчислени предварително от съответните модели (TALBO, PROKAS)) и фоновата концентрация. Този модул съдържа 3 особени характеристики:
 - Наслагване на NO₂ – характеристика, позволяваща да се наслагват концентрации на NO₂ от различни източници. Това не е аритметично събиране, както е случаят при другите замърсители, защото NO₂ и NO се намират в химичен баланс, което влияе на съответните им концентрации. Наслагването се основава на регресионен анализ на съотношението NO₂/NO_x от статистическите данни от измервания на атмосферния въздух.
 - Възможност за включване на фоновата концентрация и получаване по този начин на общата концентрация, която да може да се сравни с данните от измерванията
 - Модул за изчисляване на очакваните честоти на превишение и перцентили, които да се използват за сравнение с краткосрочните норми за замърсителите (това се отнася само до NO₂, SO₂ и PM₁₀).
 - Честотите на превишение и перцентилите се извеждат чрез прилагане на статистически установени зависимости между средногодишните стойности и получените от данните за измерванията в автоматичните станции краткосрочни стойности. Още информация е дадена и в **Приложение 6**.

Ограничения

Selma^{GIS} се отличава с някои основни ограничения, дължащи се на нейните модели-ядра. Така например, не се отчитат ефектите от температурните инверсии и не може да бъде пряко използвана за терен със съществено топографско влияние (т.е., работи по-добре при равнинен терен).

Рецепторни точки

Броят и разполагането на рецепторните точки, за които чрез моделиране ще се определя замърсяването на въздуха, могат да се фиксират на картата без ограничения. Но тъй като с увеличаването на броя на рецепторните точки нараства значително и времето за изчисление, мрежата следва да е ограничена, напр. в самия район на града рецепторните точки се зададоха в мрежа с разстояние 250m помежду им, а извън населената част на града разстоянието би могло да се увеличи на 500m. Рецепторната височина би трябвало да се зададе 1,5m над земята. Избраното разстояние в решетката /растера показва достатъчно подробно вариацията в концентрацията на замърсителите над района.

Необходими метеорологични данни

За дисперсионното моделиране със **Selma^{GIS}** се изисква таблица с разпределението на честотата на локалните дисперсионни условия, направен по строго определен формат. Необходимите числа се отнасят до честотата на отделните условия на дисперсия за 36 сектора посока на вятъра (всеки включващ 10 градуса, представени като колони на таблицата) и 6 дисперсионни класа, всеки от тях подразделен на 9 класа за скорост на вятъра (редовете на таблицата). Таблицата бе подготвена от НИМХ на база данни от измервания на вятъра, направени в рамките на проекта, както и техни собствени дългосрочни данни от климатичната станция в Перник и данни за облачността в района. **Необходим е още и броят на дните с валежи за годината, за да се изчислят емисиите на PM10 от унос на прах от улиците.**

Трансформация NOx-NO2 при емисионните източници

При емисиите от комини, както и при емисиите от площни източници от битово отопление емисионните фактори обикновено дават емисиите на NO и NO2 (NOx), изразени като единици NO2. NO от изгарянето се превръща отчасти в NO2 по пътя на дисперсията. За изчисляване на концентрациите на NO2 въз основа на тези емисии на NOx трябва да се направят някои предположения за степента на трансформация и първоначалното разпределение NO/NO2 при източника. **Трансформацията на NOx в NO2 може да се извърши напр. съгласно дефинициите и факторите, използвани в немската TA Luft:**

Предполага се, че NOx при устието на комина се състои от 10% NO2 и 90% NO, като 60% от NO по време на дисперсията се трансформира в NO2. На база молекулното тегло на NO2 и NO и факта, че емисиите на NOx са зададени като NO2, може да се приложи следната формула:

Емисия на NO2 (от емисията NOx при изгаряне) = 0.64 x емисията на NOx.

Тази степен на трансформация за NO₂ следва да се използва в дисперсионното моделиране със Selma^{GIS} за споменатите видове източници. За емисии от автомобили в моделиращата система автоматично се извършва трансформацията от емисиите NO_x към NO₂ на база емисионните фактори.

Фонова концентрация

Системата за дисперсионно моделиране изчислява приноса на местните източници. Разликата между дела на концентрацията с локален произход и общата концентрация в района (според измерванията) може да се дефинира като **фонова концентрация**. Ако тази фонова концентрация е известна от измерванията на места, отстоящи на известно разстояние от проучвания район, тя може да бъде включена в изчисляването в модула DIGISum. След това обобщените/сумираните концентрации, включително фоновата, могат напр. да бъдат сравнени с данни от измерванията в района. Ако няма подходящи данни за фоновата концентрация, то тогава разликата между резултатите от измерването и концентрациите, изчислени само от емисии с локален произход, могат да бъдат разглеждани като фонова концентрация. Тази концентрация след това може да бъде проверена за достоверност / реалистичност с помощта на данни от отдалечени измервателни станции или станции в извънградски области.

Възможности за нагледно представяне

Някои от възможностите за нанасяне върху картата на емисионните източници и резултатите от изчислението са показани в Приложения от 5а до 5с. **Приложение 5а** показва емисионните източници, които бяха взети под внимание по време на Туининг-проекта, с изключение на тези от битовото отопление. Пътната мрежа е отразена в червено.

На **Приложение 5b** чрез структурни диаграми е показано за различните места, където са около 900-те рецепторни точки, какъв е делът на различните източници на NO₂ (вкл. предположената фонова концентрация). **Приложение 5с** дава приноса на ТЕЦ към местната концентрация на PM₁₀ във всяка рецепторна точка чрез различна интензивност на цвета, представляващ концентрацията.

2.3.5.2 Специални функции

2.3.5.2.1 Унос на PM₁₀ от улици

За уноса на PM₁₀ от уличната повърхност в модула EMIstreet е включена една специална изчислителна функция. Въз основа на формулите, използвани от американската агенция US EPA и на измервания на покритието с прах върху уличните повърхности в Германия, фирма Lohmeyer Consulting Engineers са коригирали параметрите в тези формули, по този начин отразявайки

ситуацията на улиците в Германия. В модела се прави разлика между два вида улици. Нормалният вид улица със здрава повърхност и малко покритие с прах, както и с чисти пътни платна, и "лошият" вид с по-голямо покритие с прах, повреди в повърхността и краища по пътното платно с повече натрупана прах. Според съответното състояние на улицата, което трябва да се обозначи с включена ключова дума в дескриптора на пътния сегмент в случай, че състоянието е лошо (думата е "schlecht"- "лошо"), Emistreet изчислява емисията на PM10 от унос на прах въз основа на средното тегло на автомобилния парк (според локалния дял на ТТК), на СДТ и на броя на дните с валежи през годината (дните с валежи намаляват съществено уноса на прах). При Туининг-проекта почти всеки пътен сегмент в Перник получи обозначението за лошо състояние и се използва допълнителен коефициент за повишените емисии на PM10, тъй като наблюденията показваха, че в Перник покритието с прах върху улиците и видимият унос на прах са значително по-високи отколкото в Германия. При обстановката в Перник емисиите от тези уноси на прах изглеждат са много по-съществени от емисиите на PM10 от ауспусите на автомобилите. Ето защо е важно тези емисии да се включат при анализа на ситуацията на КАВ.

2.3.5.2.2 Изчисляване на краткосрочни стойности от средногодишните концентрации

Както бе споменато, моделиращата система основно се занимава с изчисляване на средногодишните стойности на концентрациите на замърсителите. Изводите за състоянието на краткосрочните стойности и честотите на превишение за всяка рецепторна точка се правят чрез прилагане на емпирично установени корелации между средногодишната и протичането на перцентилите на краткосрочните стойности. Тези корелации са били изведени от данни от измервания качеството на въздуха в България, и са били сравнени с резултати от подобен анализ за данни от Германия и други страни от Западна Европа. Анализът бе направен от фирмата Lohmeyer Consulting Engineers. Поради ограниченията в представителността и качествено осигуряване поне за част от използваните български набори от данни, резултатите трябваше да се ползват внимателно. Ето някои от установените корелации:

SO2

Анализът на българските измервателни данни доведе до заключението, че установените корелации на база немски измервателни данни могат също да се използват и за българските условия. Установените за немските данни корелации показват превишение на краткосрочните стойности при съответни по-ниски средногодишни стойности отколкото анализирани български набори от данни. Поради ограничения брой налични данни от измервания в България и поради очаквани проблеми с точността на тези данни съгласно установеното на предишни етапи на проекта, немските зависимости бяха използвани по принципа на подхода "най-лош сценарий" за ситуацията в България. Формулите за тези корелации са следните ("x" във формулите е знакът за умножение):

Брой на 1-часовите стойности $> 350 \mu\text{g}/\text{m}^3 =$

$0.53 \times \exp [\text{SO}_2 (\text{Средногодишна}) \times 0.15]$ за средногодишна стойност $< 26 \mu\text{g}/\text{m}^3$

$5.5 \times \text{SO}_2 (\text{Средногодишна}) - 117$ за средногодишна стойност $\geq 26 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Брой на 24-часовите стойности $> 125 \mu\text{g}/\text{m}^3 =$

$0.25 \times \exp [\text{SO}_2 (\text{Средногодишна}) \times 0.147]$ за ср.годишна стойност $< 21 \mu\text{g}/\text{m}^3$

$1 \times \text{SO}_2 (\text{Средногодишна}) - 16$ за ср.годишна стойност $\geq 21 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Трябва да се спомене, че българската норма за 24-часовата средна все още е по-малко стриктна от нормата в директивата. Докато в директивата се казва, че $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ не могат да бъдат превишавани повече от 3 пъти на календарна година и че няма допустимо отклонение, то българското съответствие, Наредба № 9, посочва, че стойността не бива да се превишава повече от 24 пъти на календарна година.

NO2

Съгласно директивата 1-часовата норма за NO2 не бива да се превишава повече от 18 пъти на календарна година. Това отговаря на 99.8-мия перцентил (1-18/8760).

При анализа на българските данни от измервания стана ясно, че зависимите краткосрочни стойности (99.8-мите перцентили) при същите средногодишни стойности са много по-високи отколкото в западноевропейските държави.

Българското съответствие на директивата залага други изисквания. Едночасовата норма не бива да бъде превишавана повече от 8 пъти на календарна година, което е доста по-стриктно отколкото в директивата.

За българските данни бяха установени следните зависимости:

Множител $99.8^{\text{ми}}$ перцентил/Средногодишна = $6 \times$ средногодишна стойност (6 е средна величина, като 10 е максималният множител)

Тъй като тази зависимост не отговаря на по-стриктното българско законодателство, тя може да се използва само при сравнения с нормите, заложи в директивата.

Допълнително обаче бе разработена следната формула, която може да се използва за българския пренос на директивата, за да се достигне до извод дали има превишения на краткосрочна норма на база средногодишните стойности:

Брой на 1-часови стойности > 200 µg/m³ = 2.5 x exp [0.055 x NO₂ (ср.год. стойност)]

(за сравнение, по-долу е дадена корелацията при данни от измервания от Западна Европа:

Множител 99.8^{ми} перцентил / Средногодишна = 3.3 x средногодишна стойност (3.3 е средна, като 5 е максималният множител)

Брой на 1-часови стойности > 200 µg/m³ = 1.62 x exp[0.061 · NO₂ (Средногодишна)])

PM10

Съгласно директивата 24-часовата норма от 50 µg/m³ не бива да бъде превишавана повече от 35 пъти на календарна година. Това отговаря на 90.4-тия перцентил (1-35/365). Анализът на данните от измервания в България показва, че съответните краткосрочни стойности (90.4-ти перцентили) за същите средногодишни стойности са аналогични с тези в западноевропейските държави.

В българското съответствие на директивата се съдържат различни условия. 24-часовата норма не трябва да бъде превишавана повече от 25 пъти на календарна година, което е значително по-строго отколкото директивата и отговаря на един 93.2-ри перцентил. Допълнително са променени правилата за ДО и окончателното влизане в сила. ДО е 25µg/m³ на 31.12.2003, и намалява линейно на всеки 12 месеца до 0% до 31.12.2008 г.

За българските данни бе установена следната корелация:

Множител 90.4-ти перцентил / Средногодишна = 1.53 (средно), съотв. 1.85 (максимален множител)

Тъй като тази зависимост не отговаря на по-строгото българско законодателство, може да бъде използвана само при сравнения с нормите, заложиени в директивата.

Следната формула обаче може да се използва при българското съответствие на директивата, за да се направи извод дали има превишения на краткосрочна норма на база средногодишните стойности:

Брой	на	24-часовите	стойности	> 50 µg/m³	=
0.68 x exp	[PM10(Средногодишна) x 0.147]		за	средногодишна	стойност < =27µg/m³
5.4 x PM10(Средногодишна) - 110		за средногодишна стойност > 27 µg/m³			

Подробно описание за това, как се е стигнало до тези корелации от данни за измервания на КАВ, е дадено в **Приложение 6**.

2.3.5.2.3 Намаляване на прахта върху повърхността на улиците

Прахта по повърхността на улицата, завихряна от преминаващите коли, може да има голям принос към замърсяването на въздуха с фини прахови частици в близост до пътя. Източници на прах могат да бъдат самият транспорт (сажди от дизел или частици, изтъркващи се от гумите), промишлеността и битовото отопление, но също така и “естествени източници”, т.е. ерозията на почвата извън града или от откритите площи в градската зона (напр. между сградите или в близост до улиците), които не са покрити добре с настилка или не са плътно покрити от растителност.

За да бъде подобрена тази ситуация, са необходими следните мерки:

- Периодично почистване на повърхността на улиците (и желателно след всеки валеж на дъжд)
- Покриване на откритите градски площи с подходяща растителност или с настилка, както и поддръжка на съществуващата растителност. Трябва да се обърне специално внимание на откритите пространства по склоновете на хълмове поради повишения риск от почвена ерозия чрез дъжда.
- Дърветата или храстите могат в допълнение да служат като филтри за летливи частици (аерозоли) от въздуха над цялата градска територия.

В страните, в които в течение на няколко месеци от годината рядко пада дъжд, и където често се среща недостиг на вода, не е лесно да се отстранява прахта от улиците и да се поддържа растителността. Въпреки това качеството на живот в градовете може да бъде съществено повишено за цялото население чрез озеленяване и поддръжка на открити площи. Така в дългосрочен план усилията ще се изплатят.

2.3.5.3 Намаляване на концентрациите във въздуха (имисиите)

2.3.5.3.1 Прехвърляне на силно замърсяващите автомобили към по-малко чувствителни места

Тъй като не винаги е възможно да се намали общият обем моторизиран транспорт до ниво, което да гарантира достатъчно ниски концентрации на замърсители във въздуха на всички чувствителни пунктове, може да бъде от полза да се прехвърли и насочи останалият транспорт към тези пътища, където емисиите имат най-малък вреден ефект.

- Прехвърляне на големи автомобилни потоци или трафик на камиони към по-малко чувствителни маршрути

При този вид мерки се изисква много внимателен анализ на източниците и приемниците на тази част на моторния транспорт, която е абсолютно необходима за функционирането на града като икономическа система. Ако се налага, забраните за движение на автомобили или на тежки камиони по определени пътища или някои части от пътната мрежа може да се наложи да се допълват с общи изключения или специални разрешения за определени видове превозни средства (напр. таксите, автобуси, камиони, движещи се на CNG и т.н.), или за строго определени цели (напр. доставки на стоки в центъра на града, моторизирани линейки и т.н.), или за строго определени групи хора (напр. инвалиди, живеещите на съответни улици, собственици на магазини и т.н.).

- **Намаляване на риска от задръствания чрез такси за паркиране и прехвърляне на задръстванията към по-малко чувствителни места чрез целесъобразно управление на светофарите (“изнасяне”)**

От гледна точка на политиките за опазване чистотата на въздуха при задръствания колите са принудени да се движат на много ниска скорост, с много спирания и ускорения, което причинява големи емисии, а в тесните улични каньони също и големи емисии. От гледна точка на управлението на града, задръстванията са не само нежелателни, но и парализират в значителна степен стопанските дейности.

Дълготрайният опит показва, че не е възможно задръстванията да се избягват чрез строеж на нови пътища или чрез разширяване на съществуващите, тъй като всяко увеличение в капацитета на пътищата ще доведе скоро до запълването му с още моторен транспорт.

Бе установено, че е много по-ефективно на първо място да бъде намален рискът от задръствания в пиковите часове чрез високи такси за паркиране за всички, които искат да влизат във вътрешността на града с личните си автомобили. Това всъщност не е пречка за клиентите на магазините, тъй като те обикновено остават в центъра на града само за един или два часа, но оказва голямо влияние на работещите, на които се налага да са всеки ден на работа и за доста по-дълъг период от време. По този начин работещите се стимулират да преминават към обществения транспорт, като същевременно пътната мрежа остава свободна за други цели. Ако задръстванията се оказват често явление, вероятно има нужда от подобрения в мрежата и управлението на обществения транспорт или градоустройството.

Все пак понякога не е възможно задръстванията да бъдат избегнати напълно. Едно добро разрешение на въпроса е да се сведе до минимум влиянието на задръстванията, като те бъдат прехвърлени към места, където причиняват най-малка вреда. В някои немски градове (напр. Кьолн, Франкфурт на Майн) е инсталирана система със светофари при главните входи на града (на изхода на магистралите или на важни главни шосета), чрез която при поява на риск от задръствания за

даден период от време във вътрешната пътна мрежа бива допускан да влезе само строго определен брой автомобили. Броят на допусканите автомобили е ограничен на база обема на трафик, който може да бъде адекватно управляван и безопасно направляван към съответната им дестинация, имайки предвид зададения пътен капацитет във вътрешността на града. Другите автомобили трябва да изчакват достъпа си отвън, където емисиите на замърсители на въздуха нямат пряко отрицателно влияние.

2.3.5.3.2 Даване на достъп на повече свеж въздух в улиците тип “каньон”

Подобряването на достъпа на свеж въздух в уличните каньони чрез съответното разположение и конструкция на сградите е друга възможност за намаляване на концентрациите на замърсители на въздуха. Преносът на замърсителите на въздуха извън уличните каньони и достъпът на свеж въздух вътре в тях и следователно получаващите се концентрации на замърсители на въздуха в близост до пътищата се влияе от типа сгради, разположени покрай улицата. Най-високи концентрации ще възникнат, ако сградите образуват тесни, високи каньони без никакви пролуки. Следователно, ако трябва да се строят нови сгради или да се реструктурира съществуващата застроена област, бъдещите имисии могат да бъдат намалени с помощта на

- по-ниски сгради (по-малък брой етажи),
- по-големи разстояния между двете редици сгради покрай улицата
- пролуки между отделните сгради.

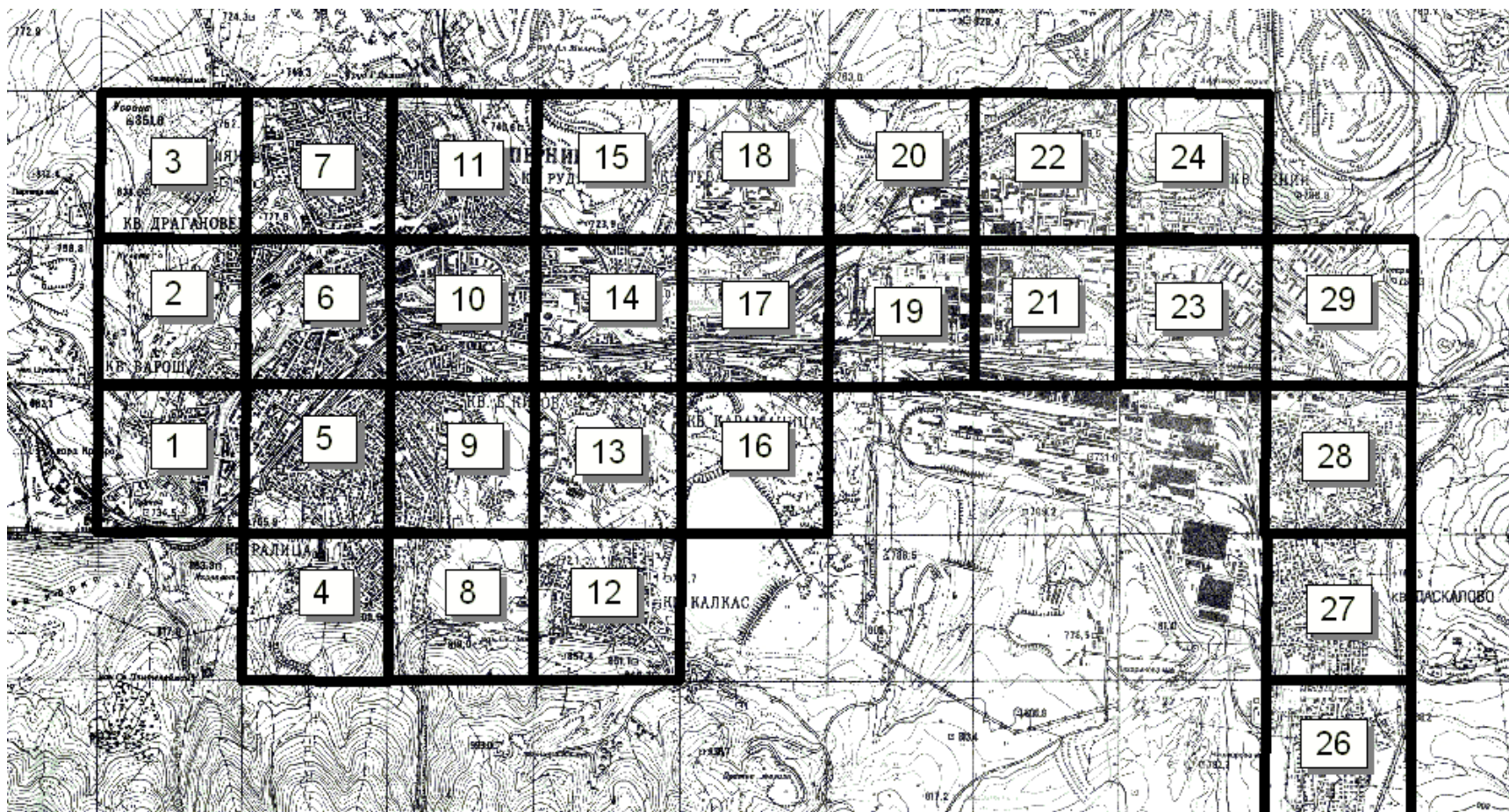
Последното решение дълги години е било предпочитано при конвенционал-ното планиране на града, но въпреки това вече не можем да го препоръчаме в този документ. Разстоянията между сградите наистина позволява на свежия въздух да навлиза в уличните каньони, но също така се позволява на разпространението на шума, като той достига също и задната страна на сградите. По този начин подобряването в качеството на въздуха се заплаща с нарушена тишина в преди тихите райони. Тъй като в непосредствено бъдеще се очаква съществено снижение в емисиите на замърсители на въздуха чрез по-чисти автомобили и горива, и тъй като повечето сгради ще траят повече от век, а автомобилите – не повече от 20 години, в дългосрочен план е много по-важно да се запази тишината в района от задната страна на сградите, отколкото да се пуска свеж въздух в уличните каньони.

2.3.6 Намаление на емисиите на PM10 от други особени площни източници.

Няколко са типичните мерки, които могат да се приложат при емисии от депа или натрупвания на запрашаващи материали, причинени от вятъра или насипването. Те са изброени по-долу:

- рекултивация на неизползваните емитиращи прах площи
- покриване на запрашаващия материал чрез материал, който не причинява големи количества емисии на прах
- овлажняване на повърхността на площите с цел избягване на лесно образуващите се от силата на вятъра емисии
- насаждане на дървета или храсти около площта, за да се спре силата на ветровете
- поддръжка и редовно почистване и овлажняване на повърхността на пътищата към депата, където материалът се транспортира с камиони
- покриване на товара на транспортиращите камиони напр. с брезентова покривка по време на транспорта
- промяна в складирането на запрашаващи материали – в затворени сгради или контейнери.

Приложение 3а – Разположение на площите от 1km² за битово отопление



Приложение 3b - Резултати от емисионни измервания за битово отопление с кафяви въглища

На следната таблица А3b-1 са показани характеристиките на кафяви въглища (брикетирани), използвани в Източна Германия. За тези видове въглища са били проведени горивни опити с най-разпространените видове горивни инсталации за битово отопление, а емисиите са били измерени, за да се определят емисионни фактори. Фигури от А3b-1 до А3b-3 показват резултатите от измерванията за NOx, SO2 и обща прах чрез интервали за емисионни фактори за различните видове въглища.

Имената в таблицата са и описател за произхода на въглищата. Те са дадени за идентификация на съответните резултати от измервания за емисионни фактори. Процентите значат масов % за въглища в сурово състояние (неизсушени).

Таблица А3b-1: Видове кафяви въглища, използвани в измерванията

Въглища	Долна топлина на изгар. MJ/kg	Пепелно съдържание %	Съдържание на влага %	Съдържание на сяра %	Общо въглеродно съдърж. %
Lausitz 3	19	6	18	0,89	50,4
Stedten	20,1	11,3	18,6	2,91	49,8
Salzkohle (солни въгл.)	20,5	11,4	14,1	4,5	54,2
Profen 1	21,4	9,1	14,6	2,66	56,2
Profen 2	22,05	9,8	10	2,16	58,95
MIBRAG 1	20,36	15,6	12,4	2,84	53,4
Lausitz 1	20,40	5,3	11,4	0,64	56,4
MIBRAG 2	21,05	14,3	12,3	2,74	55,6
Lausitz 2	20,45	6,7	12,3	0,78	56,2
Boehmen (Бохемия)	24,81	8,1	8,0	0,43	65,5
Baschkirien	19,51	19,4	9,4	0,68	50,4
Polen (Полша)	19,69	7,7	15,3	0,49	54,0

Figure A3b-1: Интервали за емисионен фактор за NOx

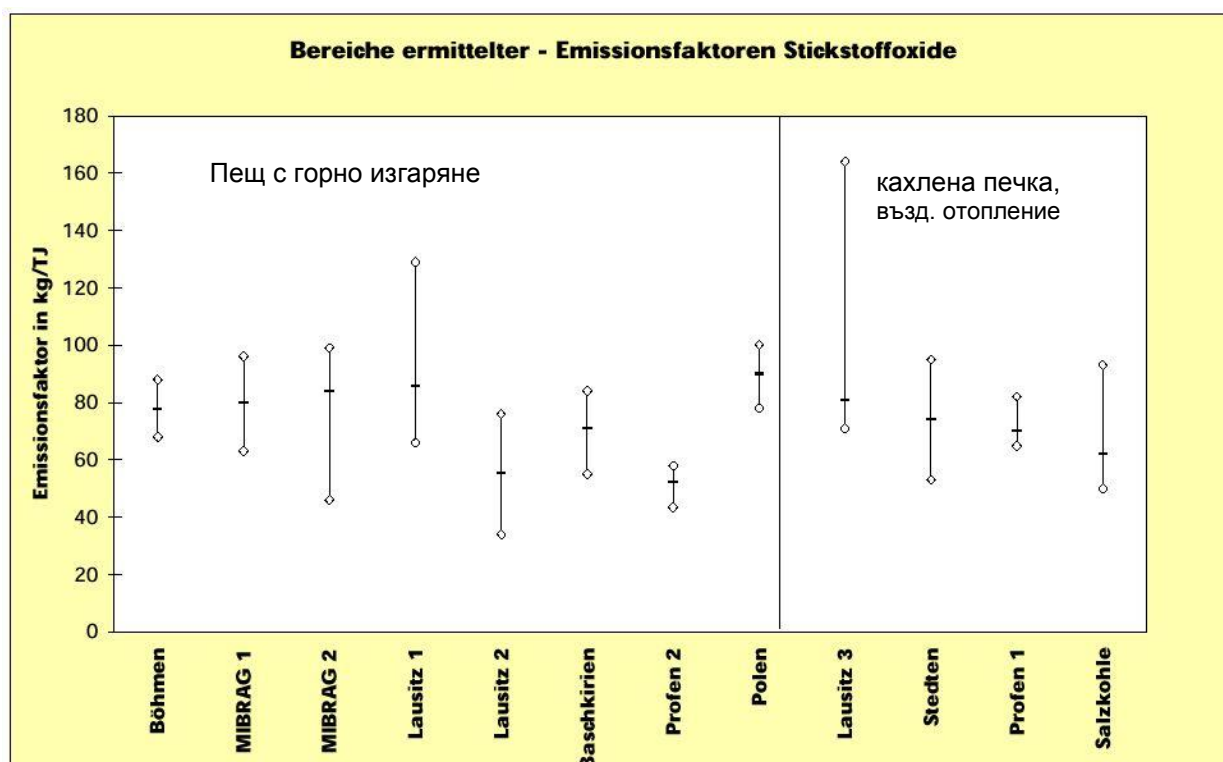


Figure A3b-2: Интервали за емисионен фактор за SO2

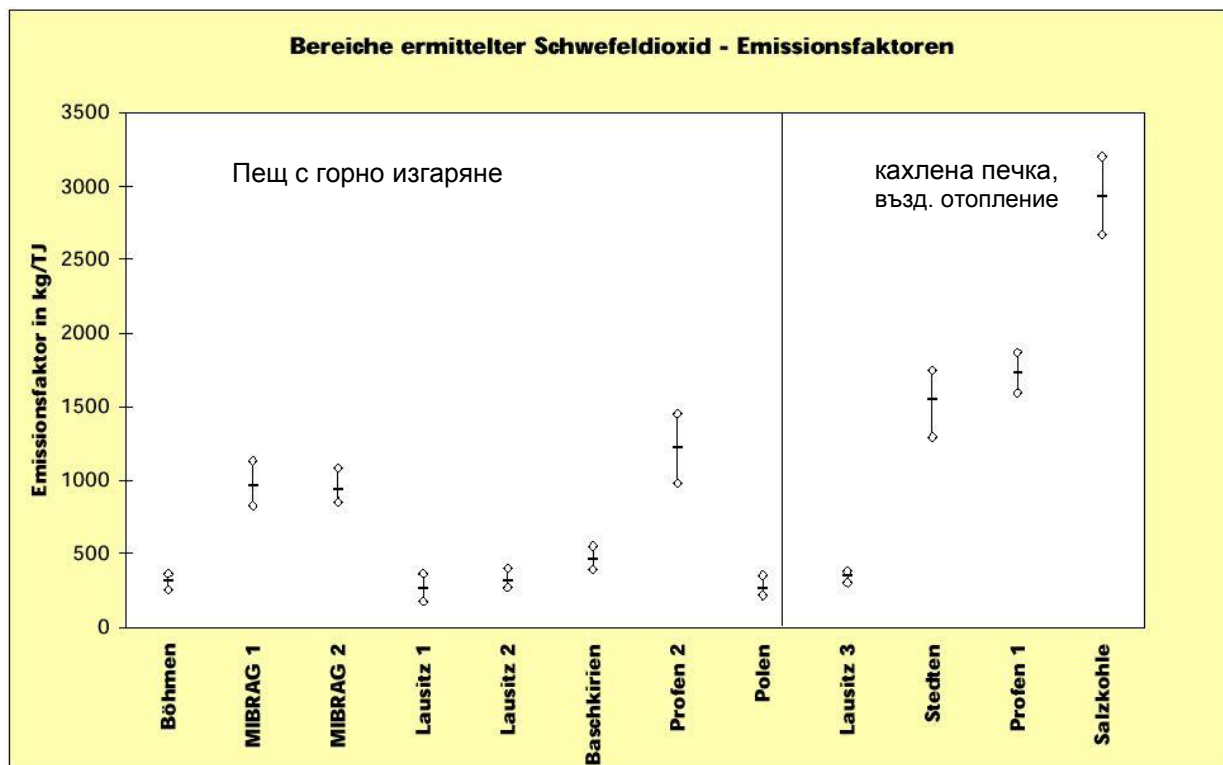
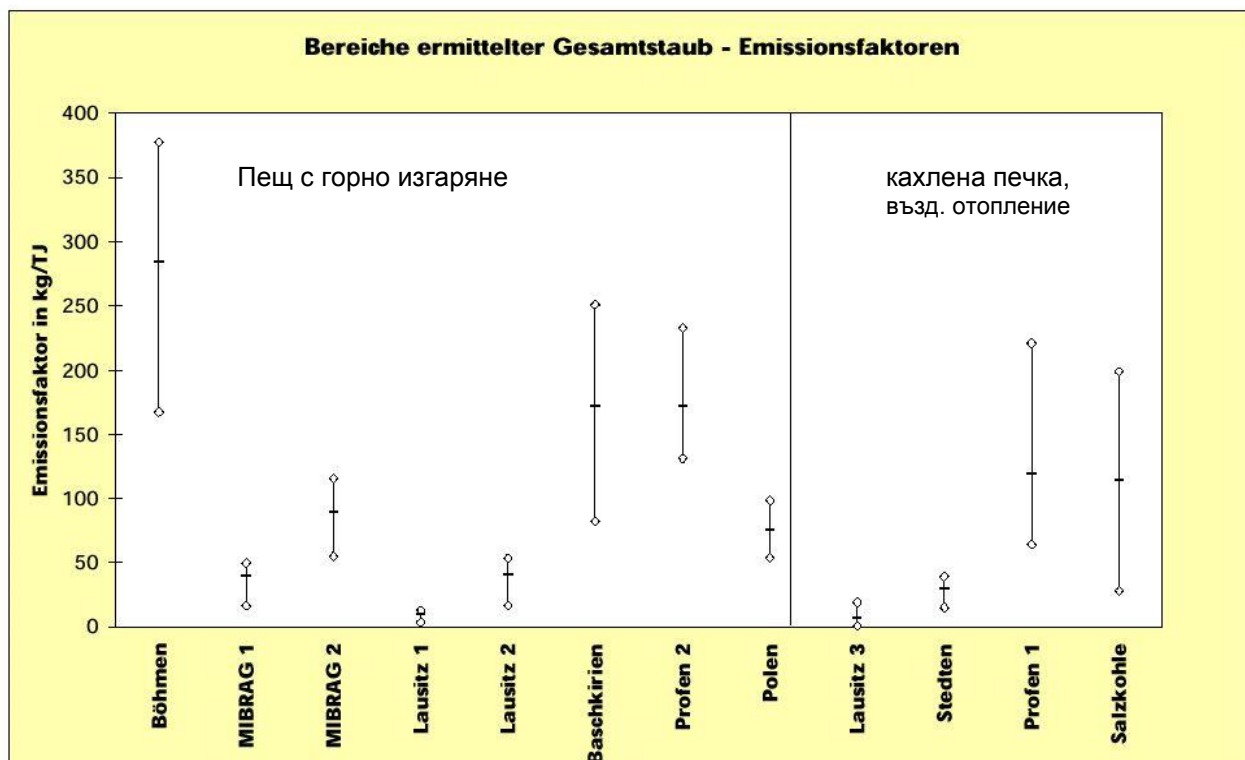


Figure A3b-3: Интервали за емисионен фактор за обща прах



Приложение 3с – Резултати от изчисляване на емисии от битово отопление

Табл. А3с-1: Пример за резултати от изчисл. на емисиите от битово отопление

Осн. данни за жилищата				Калоричност	
Ср.отопл. жил. площ:	60 m ²			Лигнитни въгл.	17 MJ/kg
Потребл. на енергия:	50 W/m ²			Дърва	15 MJ/kg
Ср. часове за отопл.:	4320 hrs			Нафта	42.7 MJ/kg
PM10/прах	0.95			Газ	46 MJ/m ³
Емисионни фактори					
въглища (лигнит)		изсушени дърва			Потребл. на гориво
Ем. фактор_NOx [kg/TJ]	90	Ем. фактор_NOx [kg/TJ]	70		t/г.
Ем. фактор_SO2 [kg/TJ]	600	Ем. фактор_SO2 [kg/TJ]	6		31010 лигнит
Ем. фактор_Pb [g/TJ]	20	Ем. фактор_Pb [g/TJ]	95		9372 дърва
Ем. фактор_прах [kg/TJ]	500	Ем. фактор_прах [kg/TJ]	500		563 нафта
Ем. фактор_PM10 [kg/TJ]	475	Ем. фактор_PM10 [kg/TJ]	475		588 газ
нафта		Газ			Данни въгл./лигнит:
Ем. фактор_NOx [kg/TJ]	50.00	Ем. фактор_NOx [kg/TJ]	42		1 - 1.7 %S
Ем. фактор_SO2 [kg/TJ]	470.00	Ем. фактор_SO2 [kg/TJ]	0.5		25-30% пепел
Ем. фактор_Pb [g/TJ]	5.00	Ем. фактор_Pb [g/TJ]	0		1TJ = 58.8t въглища
Ем. фактор_прах [kg/TJ]	1.50	Ем. фактор_прах [kg/TJ]	0.03		
Ем. фактор_PM10 [kg/TJ]	1.43	Ем. фактор_PM10 [kg/TJ]	0.0285		Данни за нафта
					1%S
				Nox x 0.64	

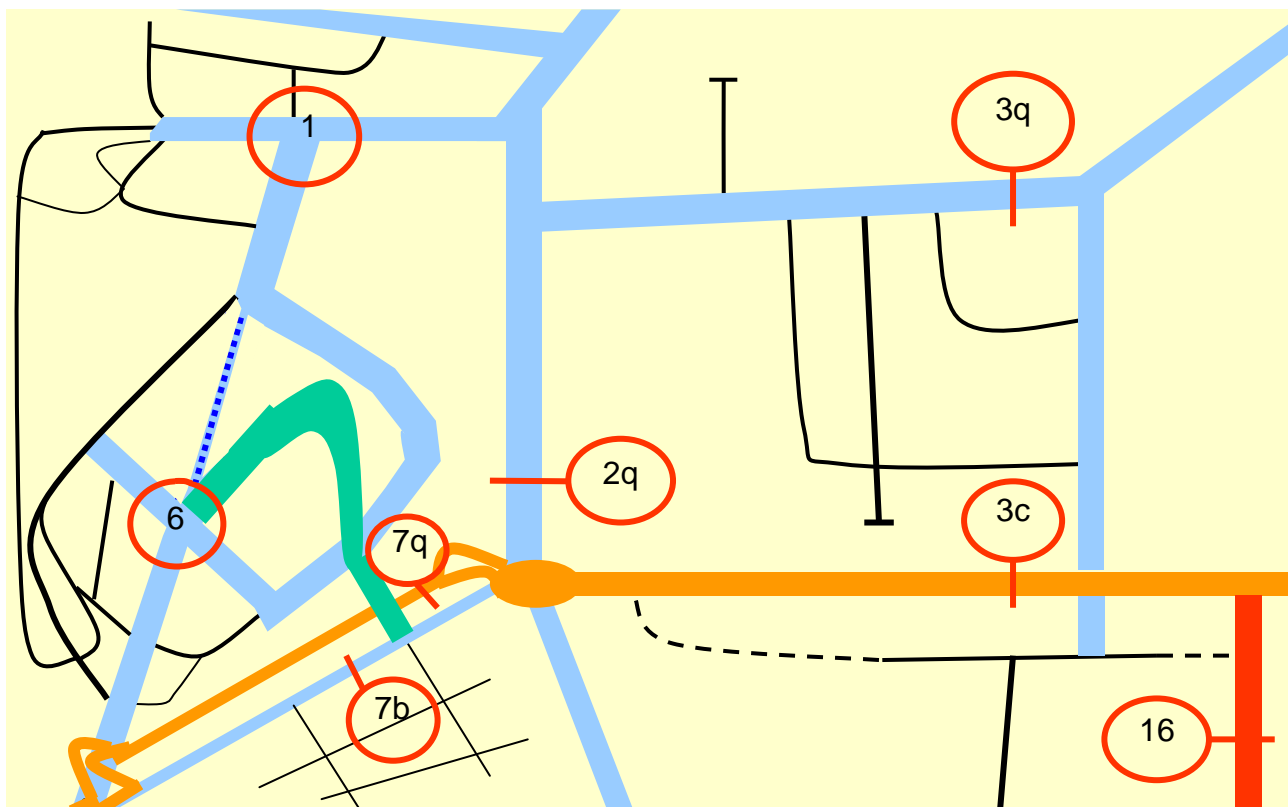
Приложение 5.1

Област #	NOx kg/h	SO2 kg/h	Pb g/h	прах kg/h	PM10 kg/h	NO2 kg/h	h [m]
1	0.64	3.70	0.24	3.61	3.43	0.41	8.5
2	0.45	2.36	0.21	2.66	2.53	0.29	6.2
3	0.36	1.92	0.16	2.05	1.95	0.23	8.5
4	0.45	2.21	0.22	2.56	2.43	0.29	8.5
5	1.11	6.52	0.39	6.05	5.75	0.71	8.5
6	0.25	1.16	0.14	1.37	1.30	0.16	11.1
7	0.84	4.85	0.32	4.84	4.60	0.54	11.1
8	0.37	1.89	0.16	2.03	1.92	0.24	8.5
9	0.98	5.78	0.34	5.45	5.18	0.63	8.5
10	0.23	1.09	0.10	1.23	1.17	0.15	8.5
11	0.56	3.06	0.20	3.08	2.93	0.36	8.5
12	0.31	1.51	0.16	1.67	1.59	0.20	8.5
13	0.36	2.00	0.15	1.97	1.87	0.23	8.5
14	0.38	1.93	0.16	1.98	1.88	0.24	8.5
15	0.67	3.92	0.23	3.66	3.48	0.43	6.2
16	0.29	1.48	0.14	1.72	1.63	0.19	6.2
17	0.21	1.11	0.09	1.22	1.15	0.14	8.5
18	0.45	2.38	0.20	2.62	2.49	0.29	11.1
19	0.32	1.73	0.14	1.87	1.77	0.20	8.5
20	0.50	2.60	0.23	2.87	2.73	0.32	11.1
21	0.25	1.30	0.13	1.51	1.44	0.16	16.3
22	0.86	5.07	0.29	4.87	4.62	0.55	11.1
23	0.19	0.93	0.07	0.86	0.82	0.12	16.3
24	0.38	2.00	0.15	2.01	1.91	0.24	11.1
25	0.18	0.85	0.11	1.05	1.00	0.12	8.5
26	0.60	3.38	0.24	3.48	3.31	0.38	8.5
27	0.72	4.09	0.28	4.03	3.83	0.46	8.5
28	0.88	5.21	0.30	4.95	4.70	0.57	8.5
29	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	18.9
Sum:[kg/h]	13.8	76.0	5.6	77.3	73.4	8.8	
Sum:[t/r.]	59.6	328.4	24.0	333.9	317.2	38.2	

Приложение 4а - Примерът с Перник – Организация на оценката на трафика и резултати

Като практически пример в този раздел са разработени и показани нагледно етапите, необходимите при акциите по преброяване и при оценката на резултатите като образецът е град Перник, където по време на Туининг-проекта бе постигната първата оценка на транспорта.

Допълнително са представени някои резултати от акцията по преброяване с цел даване на първоначални насоки как би могъл понастоящем да протича транспортът в един типичен български град, който в миналото е бил икономически зависим от минното дело и свързаното с него промишлено производство, а в момента се превръща в средище на текстилната промишленост, от една страна, и нови технологии, от друга, като центърът на града все още е мястото за бизнес, периодично снабдяващ местното население.



- Дефиниция на главната пътна мрежа и избор на пунктовете за 24-часово преброяване

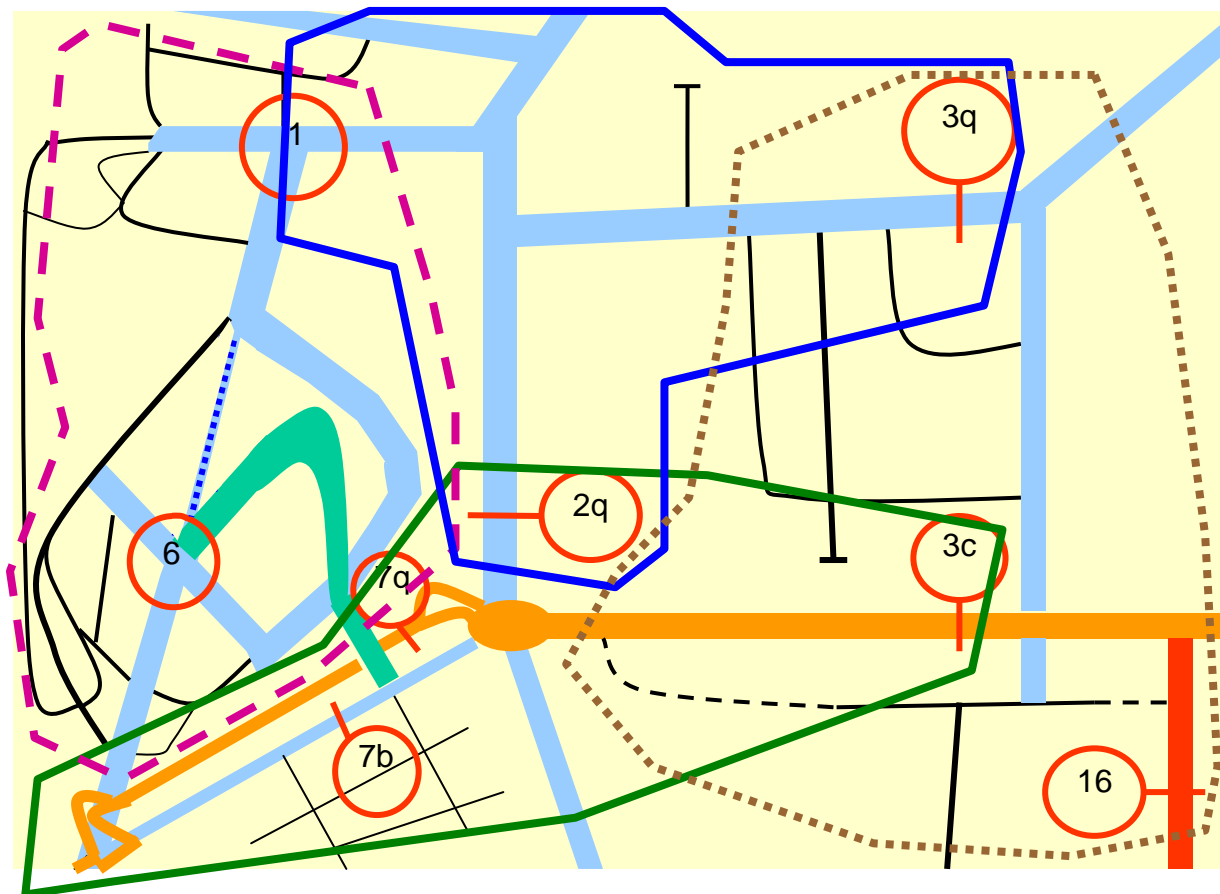
На следващата фигура е представен преглед на основната пътна мрежа и позициите на пунктовете за 24-часовото преброяване:

- Дефиниране на секторите в пътната мрежа и избор на пунктовете за краткосрочно преброяване

Освен тази най-важна 24-часова преброителна акция, бяха извършени четири допълнителни акции по преброяване, които

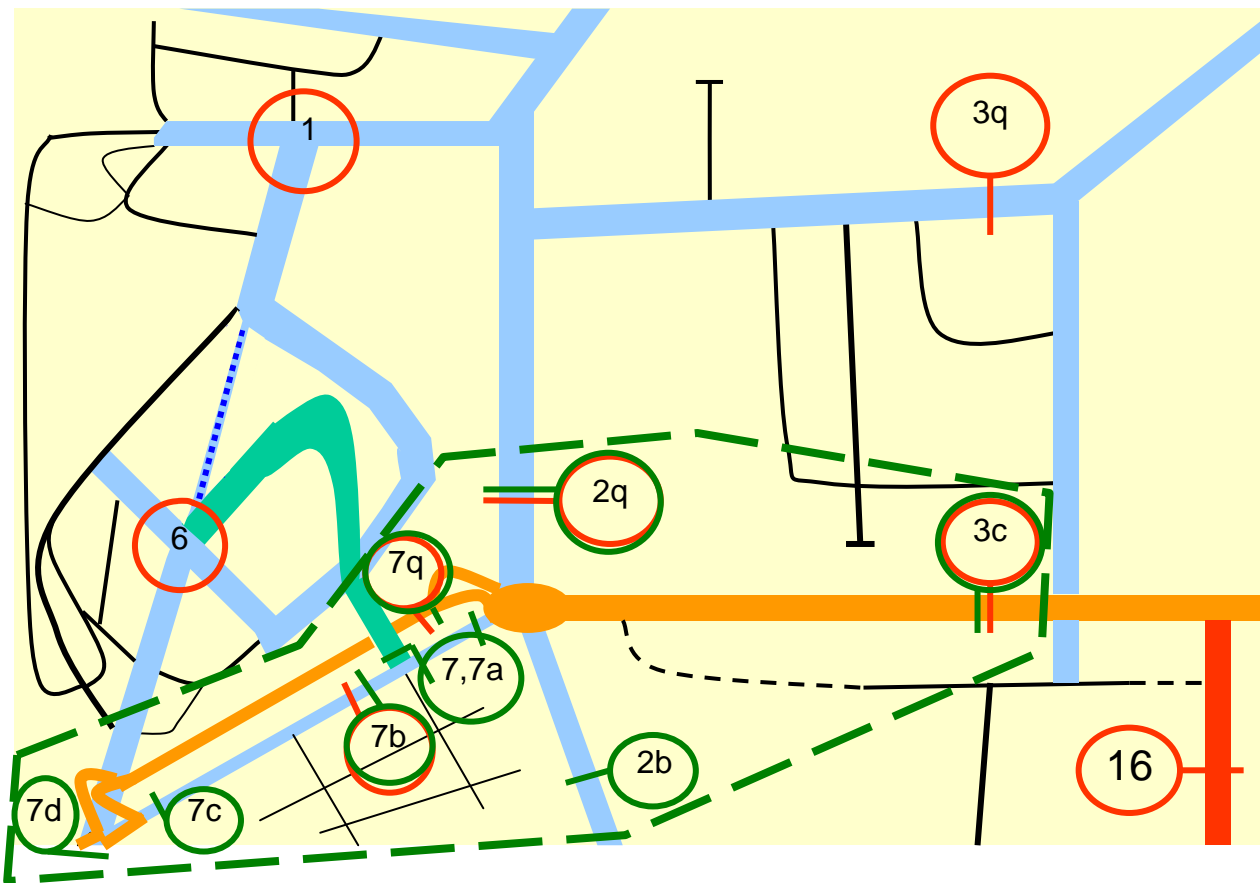
обхващаха голям брой пунктове. За тази цел пътната мрежа в Перник бе разделена на четири сектора, показани на следващата фигура А4а-2:

Фигура А4а-2: Секторите на гр. Перник, обхванати от разл. преброителни акции
 „Магистрала“ (8 h), „Северозапад“ (8 h), „Център“ (5 h), „Стомана“ (= тест, 3 h)



Като пример в долната част на следващата фигура А4а-3 са показани пунктовете за 8-часовата акция по преброяване „Магистрала“. В допълнение към пунктовете №№ „2q“, „3c“, „7q“ и „7b“, където движението вече е било преброено по време на 24-часовата акция и пак е било преброено по време на тази 8-часова акция, имаше и други налични пунктове, позволяващи да се получи по-подробна информация за потока на трафика в този сектор на града.

Фигура А4а-3: Пунктове от 8-часовата акция по преброяване „Магистрала“



2. Дневна акция: 14h – 22h (целият екип)

- 8-часови преброителни акции (“Магистрала”, “Северозапад”): 6h–9h, 12h–14h, 16h–19h
- 5-часова преброителна акция (“Център”): 15h – 20h
- 3-часова преброителна акция (“Стомана” = проба): 6h – 9h

- **Определяне на графика по преброяването**
Всеки от секторите бе обхванат с отделна преброителна акция, траеща 8 часа, 5 часа или (при “Стомана”) само 3 часа (опитна). Преброителните акции бяха проведени през нормалните работни дни от вторник сутрин до петък сутрин. Графиките бяха установени както следва, за да може акциите да се проведат от същия екип преброители:

–24 (+2)-часови преброителни акции
(пример на график с 2 часа застъпване):
(целият екип)
1. Дневна акция: 6h - 15h
почивка
(първата половина от екипа)
1. Нощна акция: 21h – 2h
смяна на преброителите
(втората половина от екипа)
2. Нощна акция: 2h – 6h
почивка

Във всяка преброителна акция са участвали минимум 24 и максимум 32 човека.

- **Точно определяне на задачите на всеки участващ преброител**

При подготовката на акциите трябваше предварително добре да се определи задачата на всеки, участващ в преброяването, за да се избегна объркване по време на самата акция и при оценката на резултатите. Тъй като финансовите средства за тези преброителни акции бяха много ограничени (2500 евро), нямаше да има възможност някоя акция да бъде повторена, за да се запълнят липсващи данни.

Определянето на задачите включваше:

- Пункт (кръстовище, пътен сектор/участък, страна на пътя, точно местоположение на преброителя)
- Посока на автомобилния поток
- Пътно платно (в случай че е повече от едно в някоя посока)
- Видове автомобили, които трябва да се преброяват
 - тежкотоварни автомобили (през деня трябваше да се разграничава между 7 различни вида, тези данни бяха необходими за корекции в програмата за емисионни фактори Mobilev)
 - или леки автомобили, автобуси (през деня 2 различни вида) и тролейбуси
 - или (на пунктове с малък поток движение) всички 11 вида автомобили

Вечер и нощем четирите категории – “леки автомобили”, “камиони”, “автобуси” и “тролеи”, са броени без по-нататъшно разграничение по типове.

- **Оформяне на регистр. формуляри и инструктаж на персонала**

Регистрационните формуляри за документирание на резултатите от преброяването са дадени в Приложения 4b и 4c. Те са оформени така, че да е възможно за всеки отделен формуляр да се отбелязва по-късно начало, паузи, или по-ранен край на дейността по преброяване, като се взема предвид, че винаги може да се получат липсващи данни, и следователно е по-добре да се отбележат празнотите в данните. По този начин бе възможно този набор от данни да бъде допълнен по подходящ начин чрез интерполация или проекция/прогноза.

Хората бяха инструктирани, че няма проблем да почиват, но че ще бъде проблем, ако тези почивки не се отбелязват по съответния начин.

За всеки преброител и за всеки час от акцията бе необходим отделен формуляр за данните. В края на всички акции бяха попълнени около 1000 формуляра.

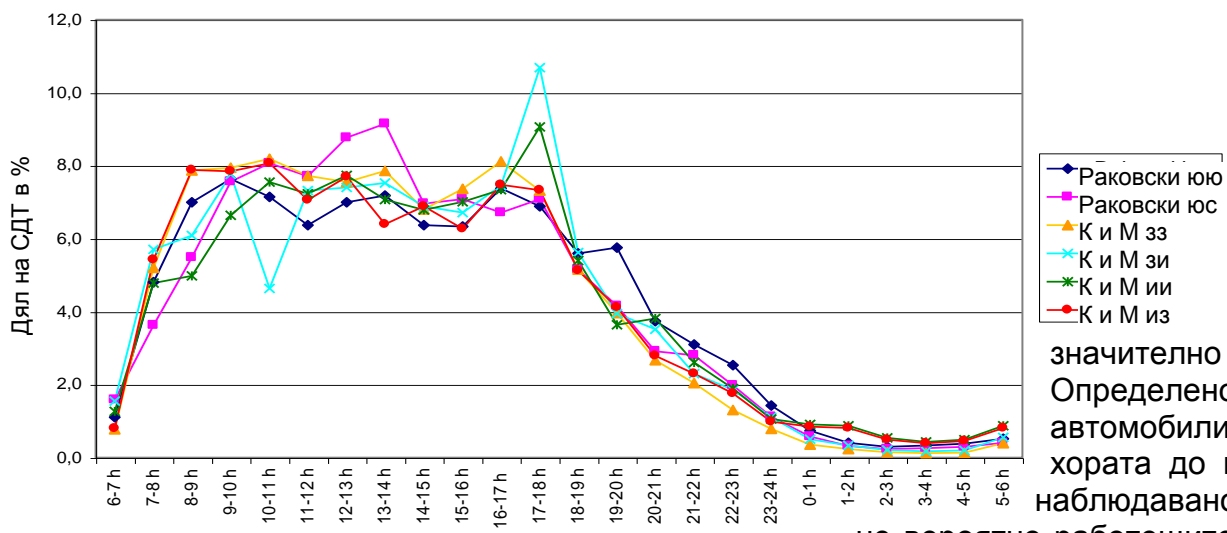
За да може по-лесно да различава между различните видове и типове превозни средства, всеки преброител получи каталог с представителни снимки за всеки вид автомобил (вж. пример в Приложение 4d).

• **Оценка на данните, получени от 24-часовите акции; някои резултати за характеристиките на дневния транспорт за леки коли и камиони**

Следващата стъпка са оценката и качественият контрол на данните от 24-часовата акция за всеки пункт и за всяка посока на транспортния поток, отделно за леки коли, камиони, автобуси и тролейбуси съответно. Резултатите за леките коли и камионите при пункт № 1 (вход към центъра на града, с 6 различни посоки на транспортния поток) са показани на следните 2 фигури А4а-4 и А4а-5:

Фигура А4а-4:

Разпределение на транспортния поток леки коли за 24 часа, Перник, пункт №1



Що се отнася до леките коли, наблюдаваните характеристики на трафика при този пункт значително се различават от наблюдаваните в Германия. Определено няма "сутрешен пик", което означава, че леките автомобили не са обичайното средство за транспортиране на хората до местоработата им в града. Тъй като същото бе наблюдавано също и при други пунктове в Перник, логично е, че вероятно работещите се придвиждат най-вече с автобуси, тролейбуси

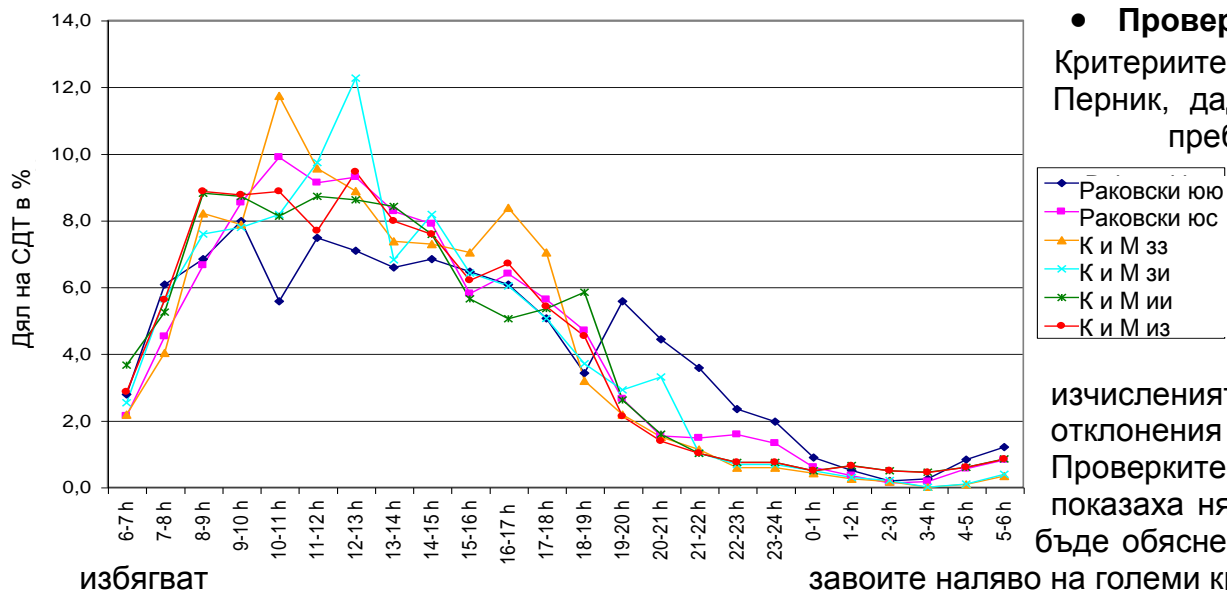
или ходят пеша до работа.

Транспортът с лични автомобили, който в Перник все пак обаче е значителен, изглежда в по-голям процент зависим от други цели (покупки, търговия) отколкото в Германия.

От друга страна, дейността на камионите бе концентрирана в часовете преди обяд. Това до голяма степен съвпада с особеностите на трафика, известен за немските градски центрове. Но както е видно на фигурата, може да има и изключения от това правило (напр. “Раковски”, посока юг/юг, където много разлятото и плоско разпределение сутрин и на обяд е съпроводено с ясно очертан пик вечер).

Фигура А4а-5:

Разпределение на транспортния поток камиони за 24 часа, Перник, пункт №1



● Проверки на качеството на данните за транспорта

Критериите за качество на резултатите от преброяванията в Перник, дадени по-рано, бяха изпълнени за почти всички преброителни пунктове. При малкото случаи с по-съществени отклонения съществуваша по-маловажни пътища с излаз на кръстовището, които позволяваха определен брой автомобили да се вмъкват или измъкват, без да са регистрирани. На фона на цялостното качество на данните за транспорта и резултатите от изчисленията за общото качество на въздуха, тези отклонения могат да бъдат пренебрегнати. Проверките за достоверност за обобщения транспортен поток показаха някои кръгообразни характеристики, което може да бъде обяснено с факта, че при шофьорите има тенденция да завоите наляво на големи кръстовища, а предпочитат да завиват надясно.

● Изчисление на 24-часовите прогнози/проекции, резултати за коефициентите, препоръки

За да получим 24-часовия обем на транспорта на база краткосрочните преброявания, бе направено изчисление на проекции, основаващи се на данните на “съответния” клон от съседен “24-часов пункт”. От “съответстващите” клонове се вземаха

нужните “коэффициенти” М.

Така намерените коэффициенти М за проекциите според различните пунктове в град Перник попадаха в интервалите

- от 1,7 до 2,5 за 8-часовите акции по преброяване (тенденция: по-ниски стойности за автобуси, по-високи за камиони)
- от 2,5 до 4,1 за 5-часовата акция следобяд в града (тенденция: по-ниски стойности за леки автомобили, по-високи за другите категории автомобили, което означава, че леките коли да се наблюдават по-често следобяд)
- от 3 до 11 за 3-часовата преброителна акция “Стомана” сутринта

Докато при 8-часовите акции, както и при 5-часовата акция в града, се стигна до доста приемливи резултати и възможните отклонения от тези резултати лежаха бяха също на приемливо ниво, то възможните отклонения от резултатите на 3-часовата акция бяха доста високи.

Всъщност 3-часовата акция се проведе в най-незначителния (от гледна точка на емисиите от транспорта) сектор на пътната мрежа. Тя бе замислена като упражнителна акция, която да се проведе от местния РИОСВ като получаване на първоначален практичен опит и установяване дали всички инструкции към преброителите, вкл. спецификациите за видовете превозни средства, са били достатъчни.

Ето защо въз основа практическия опит в Перник и докато се натрупа повече практически опит и знания за характеристиките на поведението на трафика в България, **се препоръчва преброителни акции да бъдат провеждани само на база добре подбрани (поне някои от тях) 24-часови пунктове.** Преброяванията на трафика на допълнителни пунктове следва да обхващат минимум петте, а най-добре 8-те най-оживени часове от деня, което би трябвало да е установено предварително чрез първите 24-часови акции.

Двойното (или дори тройно) преброяване в някои пунктове също позволява да се получи представа за вариацията на транспортния поток през различни дни от седмицата, която всъщност за някои пунктове може да бъде доста съществена (обикновено 20% за леки автомобили, но се достига и до 35% в някои пунктове, най-често 30% за камиони и до 50% за дизелови автобуси, докато при тролейбусите се наблюдават слаби вариации).

Накрая резултатите от различните преброителни акции бяха осреднени.

- **Резултати за състава на автомобилния парк във вътрешността на града, вземайки предвид различните типове камиони и автобуси**

След като бяха изчислени 24-часовите данни за трафика при всички пунктове, поотделно за категориите “леки коли”, “камиони”, “автобуси” и “тролеи”, камионите и дизеловите автобуси бяха разграничени още веднъж на 7 типа камиони и 2 типа автобуси съгласно “преобладаващите проценти” такива типове в съответния автомобилен парк за тяхната категория.

“Преобладаващите проценти” бяха средни стойности за всички пунктове, обхванати с преброителните акции в 4-те различни сектора, отразяващи приблизително различните ситуации на градски трафик.

Таблица А4а-1: Преобладаващи различни видове автомобили в центъра на града по време на 5-часовата преброителна акция

Видове автомобили	Общ обем на трансп.	% от целия обем	% от категориите МПС	категории МПС	% от целия обем
леки автомобили	36190	87,1	100	Леки коли	87,1
малогаб. камиони, един. гуми	3312	8,0	84,5		
малки камиони, двойни гуми	441	1,1	11,3		
средни камиони, 2 оси, 7,5 - 12 t	129	0,3	3,3		
тежки камиони, 2 оси, над 12 t	12	0,0	0,3		
камиони и ремаркета, 3 оси	20	0,0	0,5		
камиони-ремаркета, 4 оси	0	0,0	0,0		
камиони-ремаркета, (над) 5 оси	5	0,0	0,1	Камиони	9,4
автобуси, 2 axles	888	2,1	80,1		
автобуси, 3 axles	220	0,5	19,9	Автобуси	2,7
Тролеи	321	0,8	100	Тролеи	0,8
Сума	41542	100,0			100

Докато вътре в града и следобед от автомобилния парк отчетливо преобладават леките автомобили и малогабаритните камиони, в другите части на града, и много ясно в близост до магистралата, по-важни са средните и тежките камиони.

Таблица А4а-2: Преобладаващи различни видове автомобили по време на 8-часовата преброителна акция “Северозапад”

Видове автомобили	Общ обем на трансп.	% от целия обем	% от категориите МПС	категории МПС	% от целия обем
леки автомобили	37780	80,5	100	Леки коли	80,5
малогаб. камиони, един. Гуми	4453	9,5	65,5		

малки камиони, двойни гуми	886	1,9	13,0		
средни камиони, 2 оси, 7,5–12 t	626	1,3	9,2		
тежки камиони, 2 оси, над 12 t	242	0,5	3,6		
камиони и ремаркета, 3 оси	479	1,0	7,0		
камиони-ремаркета, 4 оси	67	0,1	1,0		
камиони-ремаркета, (над) 5 оси	43	0,1	0,6	Камиони	14,5
автобуси, 2 оси	1584	3,4	82,4		
автобуси, 3 оси	338	0,7	17,6	Автобуси	4,1
Тролеи	422	0,9	100	Тролеи	0,9
Сума	46921	100,0			100,0

Транспортната обстановка и съставът на автомобилния парк, установени при акцията “Северозапад” доста се доближава да средния автомобилен парк, установен в сбора от всички акции. За целите на този анализ пункт № 16 “Път към Гърция” бе изключен. Този път не допира територията на град Перник, а преминава през

покрайнините на Перник в югоизточна посока. Тъй като на този път ясно преобладават автомобилите за дълги разстояния с много голям дял на тежкотоварните камиони, резултатите от преброяването не са типични за градския трафик. Затова те са показани отделно в последната таблица.

Таблица А4а-3: Преобладаващи различни видове автомобили при 8-час. акция “Магистрала”					
Видове автомобили	Общ обем на трансп.	% от целия обем	% от категориите МПС	категории коли	% от целия обем
Таблица А4а-4: Преобладаващи различни видове автомобили при 3-часовата акция “Стомана”					
леки автомобили	32966	80,4	100	Леки коли	80,4
малогаб. камиони, един. гуми	3852	9,4	59,7		
малки камиони, двойни гуми	900	2,2	14,0		
средни камиони, 2 оси, 7,5 - 12 t	695	1,7	10,8		
тежки камиони, 2 оси, над 12 t	276	0,7	4,3		
камиони и ремаркета, 3 оси	369	0,9	5,7		
камиони-ремаркета, 4 оси	189	0,5	2,9		
камиони-ремаркета, (над) 5 оси	167	0,4	2,6	Камиони	15,7
автобуси, 2 оси	133	0,3	13,1	Автобуси	3,9
автобуси, 3 оси	209	0,5	13,1	Автобуси	3,9
Тролеи	0	0,0	100	Тролеи	0,0
Сума	41014	100,0			100,0
леки автомобили	1263	61,7	100	Леки коли	61,7
	298	14,6	59,8		

малобаг. камиони, един. гуми					
малки камиони, двойни гуми	46	2,2	9,2		
средни камиони, 2 оси, 7,5 -12 t	42	2,1	8,4		
тежки камиони, 2 оси, над 12 t	32	1,6	6,4		
камиони и ремаркета, 3 оси	25	1,2	5,0		
камиони-ремаркета, 4 оси	19	0,9	3,8		
камиони-ремаркета, (над) 5 оси	36	1,8	7,2	Камиони	24,3
автобуси, 2 оси	216	10,6	83,1		
автобуси, 3 оси	44	2,1	16,9	Автобуси	12,7
Тролеи	26	1,3	100	Тролеи	1,3
Сума	2047	100,0			100,0

На последната таблица е показан съставът на транспорта на пункт №16 "Път към Гърция". Поради факта, че преобладава транспортът на дълги разстояния, делът на тежките камиони с

5 или повече оси е забележително голям. Той е 7,9 % от общия обем на транспорта или 23,4 % от всички камиони.

Таблица А4а-5: Преобладаващи различни видове автомобили при 24-часово преброяване на пункта "Път кам Гърция"

Видове автомобили	Общ обем на трансп.	% от целия обем	% от категориите МПС	категории коли	% от целия обем
леки автомобили	4076	63,3	100	Леки коли	63,3
малобаг. камиони, един. гуми	773	12,0	35,7		
малки камиони, двойни гуми	368	5,7	17,0		
средни камиони, 2 оси, 7,5 -12 t	315	4,9	14,5		
тежки камиони, 2 оси, над 12 t	9	0,1	0,4		
камиони и ремаркета, 3 оси	152	2,4	7,0		
камиони-ремаркета, 4 оси	43	0,7	2,0		
камиони-ремаркета, (над) 5 оси	507	7,9	23,4	Камиони	33,7
автобуси, 2 оси	192	3,0	99,5		
автобуси, 3 оси	1	0,0	0,5	Автобуси	3,0
Тролеи	0	0,0	100	Тролеи	0,0
Сума	6436	100,0			100,0

Чрез тези резултати се получават първоначални насоки за състава на автомобилния парк в българските промишлени градове, които може да са от полза за по-нататъшна оценка на емисиите от транспорт на други места.

След това трябва да се съставят данните за 24-часовите прогнози за различните улици или пътни сегменти и да се подготвят по начин, подходящ за задаването им в системата за дисперсионно моделиране.

Приложение 4b – Формуляр за преброяване – подробен вариант

Преброител (име)	Пункт №		Име на улицата:		Акция:	
	Посока на уличния сегмент:		Посока на движението (+платно):		Дата: 1h-период (норма): :00 - :00	
Периоди на броене: Старт (С =min) и Край (К =min): С: К: ; С: К: ;С: К: ;Сбор (min):						
Тип МПС	бр. оси	гуми / тегло				
Леки коли	-	-				
Леки коли	-	-				
Леки коли	-	-				
Леки коли	-	-				
Леки коли	-	-				
Леки коли	-	-				
Леки коли	-	-				
Леки коли	-	-				
Леки камиони, минибуси	2	единични				
Малки камиони	2	двойни отзад				
Средни камиони	2	7,5 - 14 t				
Тежки камиони	2	над 14 t				
Тежки камиони (без ремарке)	3					
Тежки камиони (влекачи/с ремарке)	4					
Тежки камиони (влекачи/с ремарке)	5 и >					
Автобуси	2					
Големи автобуси	3					
Тролейбуси	-					

Приложение 4с – Формуляр за преброяване – обобщен вариант

Преброител (име)	Пункт №		Име на улицата:				Акция:						
	Посока на уличния сегмент:		Посока на движението (+платно):				Дата:		1h-период (норма): :00 - :00				
Периоди на броене: Старт (С =min) и Край (К =min): С: К: ; С: К: ;С: К:											Сбор (min):		
Тип МПС	бр. оси	гуми / тегло											
Леки коли	-	-											
Леки коли	-	-											
Леки коли	-	-											
Леки коли	-	-											
Леки коли	-	-											
Леки коли	-	-											
Леки коли	-	-									Сбор:		
Минибуси, камиони, влекачи	-	-											
Минибуси, камиони, влекачи	-	-											
Минибуси, камиони, влекачи	-	-											
Минибуси, камиони, влекачи	-	-											
Минибуси, камиони, влекачи	-	-											
Минибуси, камиони, влекачи	-	-											
Минибуси, камиони, влекачи	-	-									Сбор:		
Автобуси	-	-											
Автобуси	-	-				- 58 -							Сбор:
Тролейбуси	-	-									Сбор:		

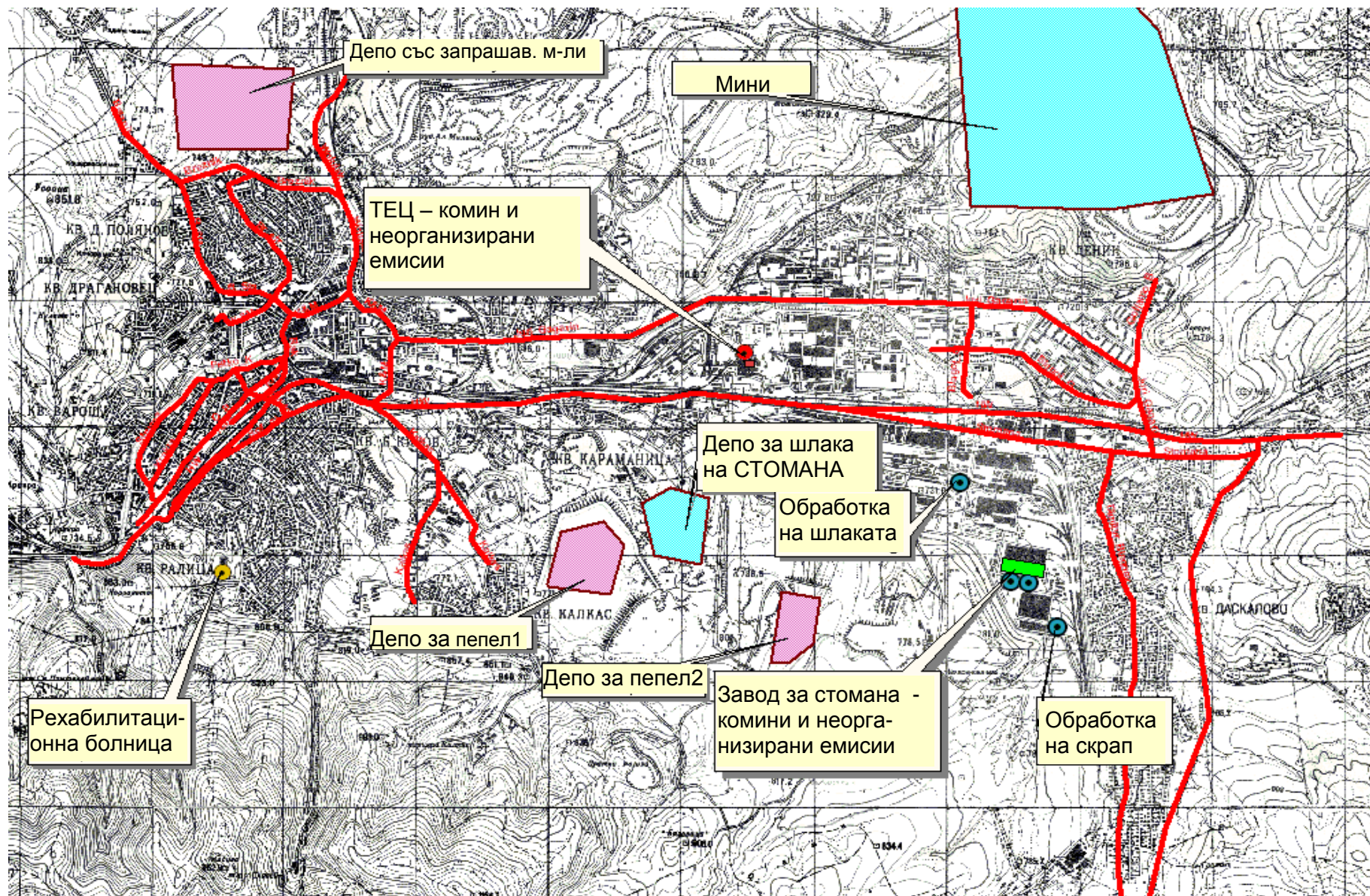
Приложение 4d - Пример от каталога с подлежащи на преброяване превозни средства

Пример: Средни камиони – 2 оси, без ремарке (до около 14t брутно тегло)



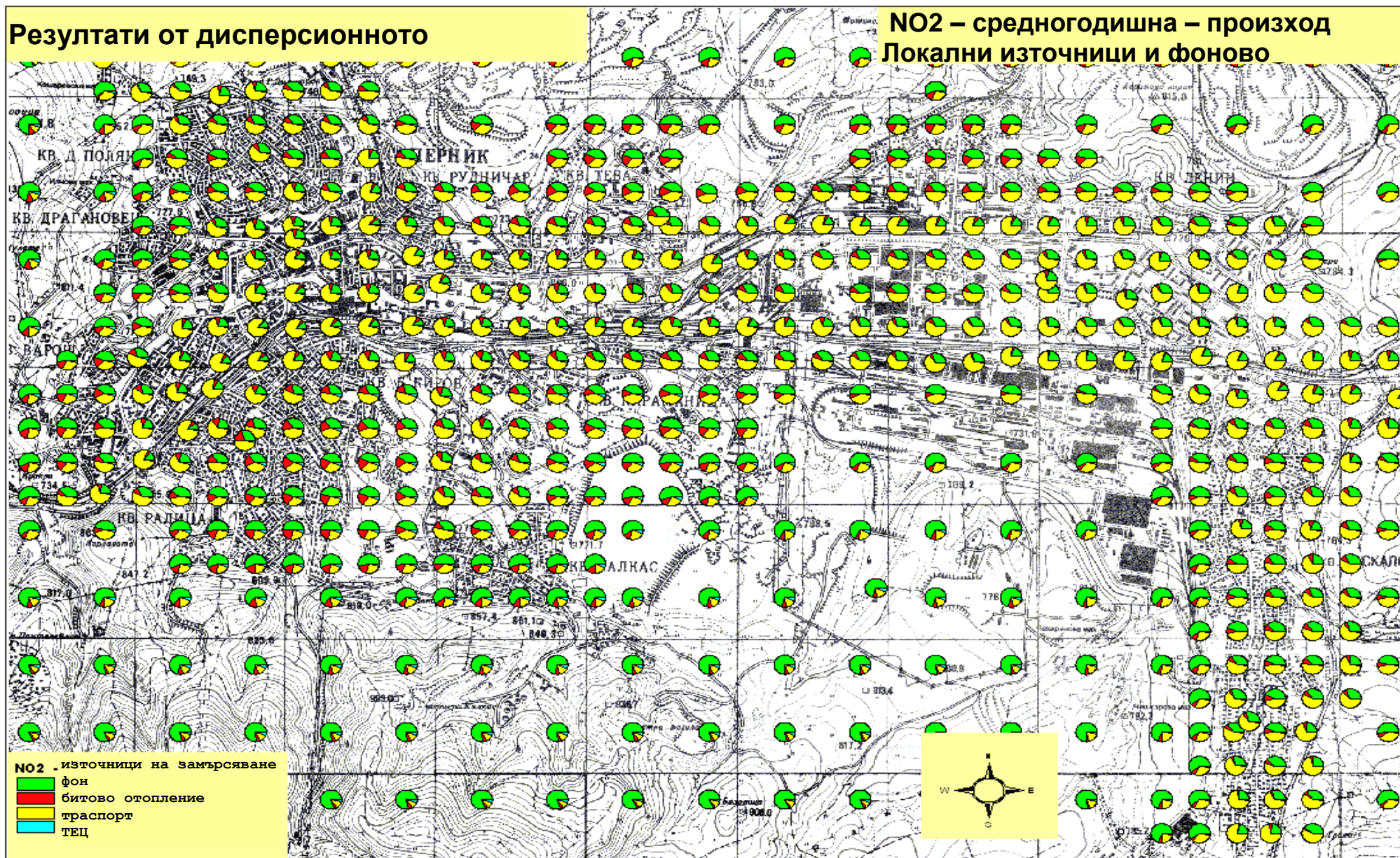
Приложение 5а – Онагледяване на емисионните източници в GIS (географска инф. система)

Фигура А5-1 Разположение на емисионните източници:



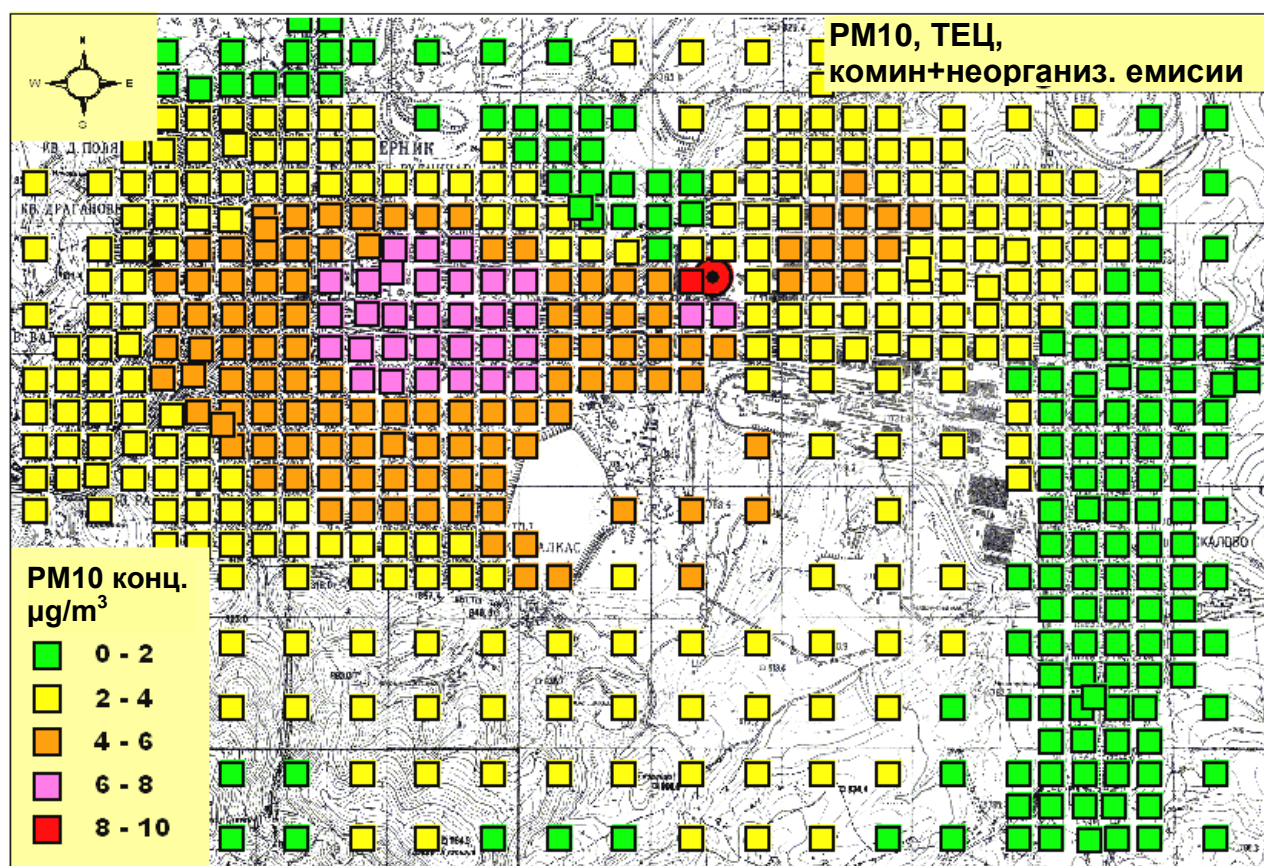
Приложение 5b – Онягледяване на резултатите от изчисленията в GIS

Фигура А5-2: NO2 – Произход на замърсяването



Приложение 5с - Онагледяване на резултатите от изчисленията в GIS

Фигура А5-3: PM10 – средногодишна от ТЕЦ, комин+неорганизираны емисии



Приложение 5d – Библиография към Раздел 6.3 – Дисперсионно моделиране

- Baltrusch, M. (1995): Vergleich verschiedener einfacher Modelle – Screening-Modelle – zur Berechnung der Immissionsbelastung im Straßenraum durch Kfz-spezifische Schadstoffe. Heft 1991 Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz der Hessischen Landesanstalt für Umwelt.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 в der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, H. 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für Kfz-Abgase – Sensitivitätsanalyse. B: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Hanna, S.R. (1993): Uncertainties in air quality model predictions. Boundary Layer Meteorology 62: 3-20.
- Romberg, E., Bössinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO_2 -Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen – Modellrechnungen –. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. B: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- Schatzmann, M. (1979): An Integral Model of Plume Rise. Atmospheric Environment, Vol. 13, pp. 721-731.
- Thomas, P., W. Hübschmann, H. Schüttelkopf и S. Vogt (1983): Experimental determination of the atmospheric dispersion parameters at the Karlsruhe Nuclear Research Center for 160 m и 165 m emission heights. Part 1: Measured data. Report of Karlsruhe Nuclear Research Center.

Приложение 6 – Зависимости между средногодишната стойност и краткосрочната концентрация

1. Общи забележки

Освен нормите за съответните средногодишни стойности за NO₂, SO₂ и PM₁₀, Наредба № 9 и базовата европейска Директива 1999/30/ЕС определят краткосрочни норми, които могат да бъдат превишавани в ограничен брой случаи на година. За изчисляването на характерните краткосрочни стойности за местното КАВ, които да могат да се сравняват с тези норми, традиционният подход чрез класическите изчисления на дисперсията на база времеви редове, включващи една или повече години, не се оказва много приемлив поради разходите, свързани със събирането на необходимите входни данни и несигурностите на нормално очаквания резултат от изчисленията (вж. Clai et al., 1999).

По-долу е описана процедура за оценка, прилагана в SELMA^{GIS} за установяване на корелация между средногодишните стойности, изчислени със SELMA^{GIS}, и честотите на превишение. Основа на този базиращ се на оценка метод са били данни от измервания на различни станции, като се има предвид, че статистическата сигурност на прогнозите нараства с нарастване броя на включените измервателни стойности.

2. Процедура

За да се оценят честотите на превишение, трябва да се използват измервателни данни, събрани от автоматичните измервателни станции. Тук трябва да се обърне внимание на изискването за оценката – да се въведат колкото е възможно повече данни от различни типове измервателни станции (напр. измервателни станции на открито, измервателни станции близо до големи емисионни източници като улици и/или промишлени инсталации, измервателни станции в улични каньони с плътно застрояване, както и измервателни станции за градска фонова концентрация). Първата стъпка се състои в анализирането на данните от качествено осигурените времеви редове от измерванията, за да може да бъдат определени някои статистически параметри като средногодишна стойност и съответстващата честота на превишение за всички налични станции. Добро средство при тази задача би била напр. таблична програма или друг софтуерен продукт.

Следващата препоръчвана стъпка е начертаването на изчислените параметри в една двуизмерна диаграма (т.нар. “диаграма на разсейване” – scatter plot), нанасянето на средногодишните стойности на оста x и съответстващата честота на превишение при различните стойности за краткосрочна концентрация на оста y. Анализът трябва да се направи отделно за всеки замърсител и за всички краткосрочни стойности. Като резултат от това ще се получат двуизмерни диаграми, съдържащи различни “разсейки”. Тези видове диаграми първо следва да бъдат проверени за достоверност и основна структура. Напр. ако средно-годишните стойности са много ниски, би трябвало да се очаква също и малък брой честоти на превишение, докато ако средногодишните стойности са доста високи, те могат да корелират с доста високи честоти на превишение. Всяка една

екстремна точка на диаграмата следва да бъде подложена на особено качествено осигуряване.

Следващата стъпка ще бъде търсенето на функционална зависимост между средногодишната и съответстващата честота на превишение. В това отношение полезно би било напр. да се използва опитът, получен от други набори данни от измервания. Трябва обаче да се съблюдава, че функционалната зависимост, която трябва да бъде определена чрез наблюдения, трябва да представлява консервативна оценка. Точките-бегълци (екстремните точки), дължащи се напр. на особено неблагоприятни (и следователно необичайни) години не би трябвало да се вземат под внимание при статистическия анализ. Такъв е и подходът, използван в Германия.

Данните, получени чрез измервания в Европа и България, водят до следните формули, описващи функционалните зависимости между средногодишната и краткосрочната концентрация:

Азотен диоксид (Експоненциална функция с основа “e”):

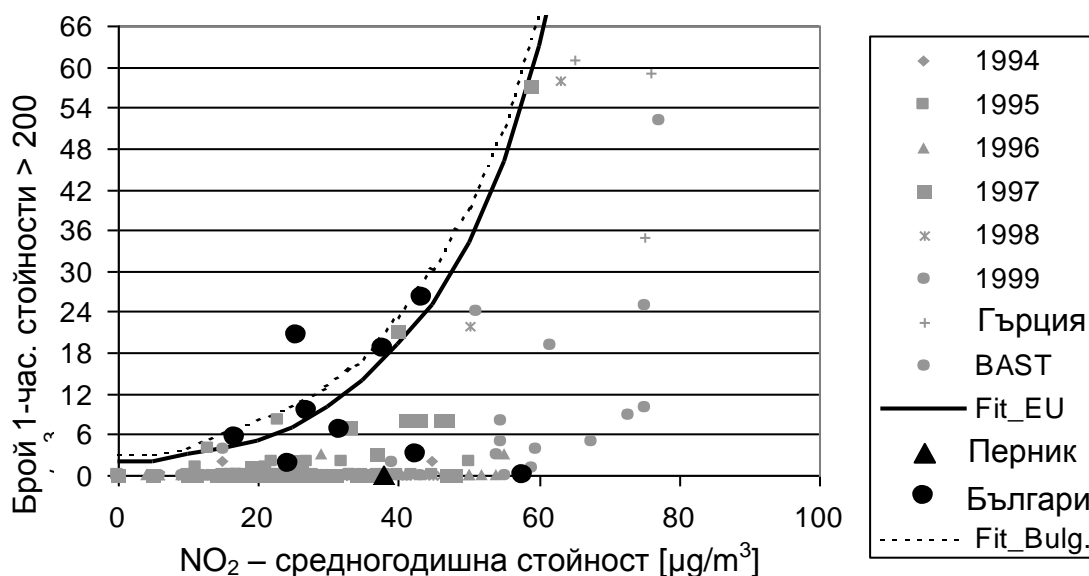
$$\text{Брой на 1-часови стойности} > 200 \mu\text{g}/\text{m}^3 = a \cdot \exp [b \cdot \text{NO}_2 (\text{Средногодишна})]$$

Пример за константи (Lohmeyer et al., 2001):

Германия/Западна Европа: $a = 1.62, b = 0.061$

България: $a = 2.5, b = 0.055$

Фигура А6-1: NO₂ - Честота на превишение на средночасовата от 200 µg/m³ като функция от средногодишната стойност за NO₂.



Серен диоксид:

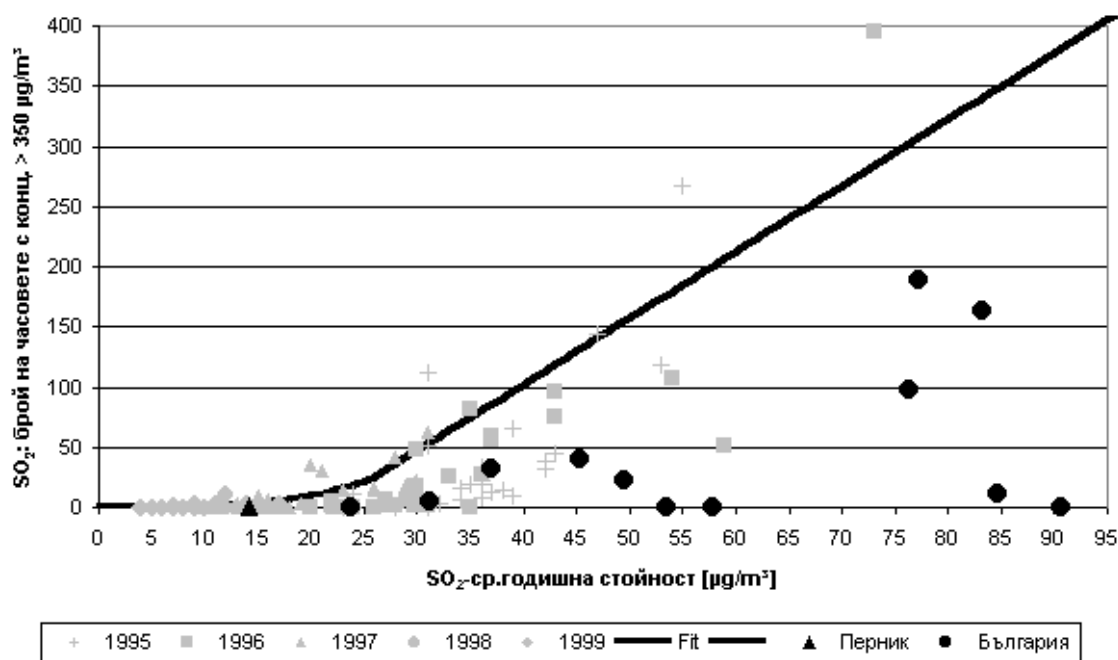
- Брой на 1-часовите стойности > 350 µg/m³

Средногодишни стойности < S1: *Експоненциална функция с основа "е"*:
 $c \times \exp [SO_2 (\text{средногодишна}) \times d]$ за ср.год. стойност < S1 µg/m³

Средногодишни стойности ≥ S1: *линейно нарастване*:
 $e \times SO_2 (\text{средногодишна}) - f$ за ср.год. стойност ≥ S1 µg/m³

Пример за константи (Lohmeyer et al., 2001):
 $c = 0.53, d = 0.15, e = 5.5, f = 117, S1 = 26$

Фигура А6-2: SO₂ – Честота на превишение на 1-часовата средна от 350 µg/m³ като функция от средногодишната стойност

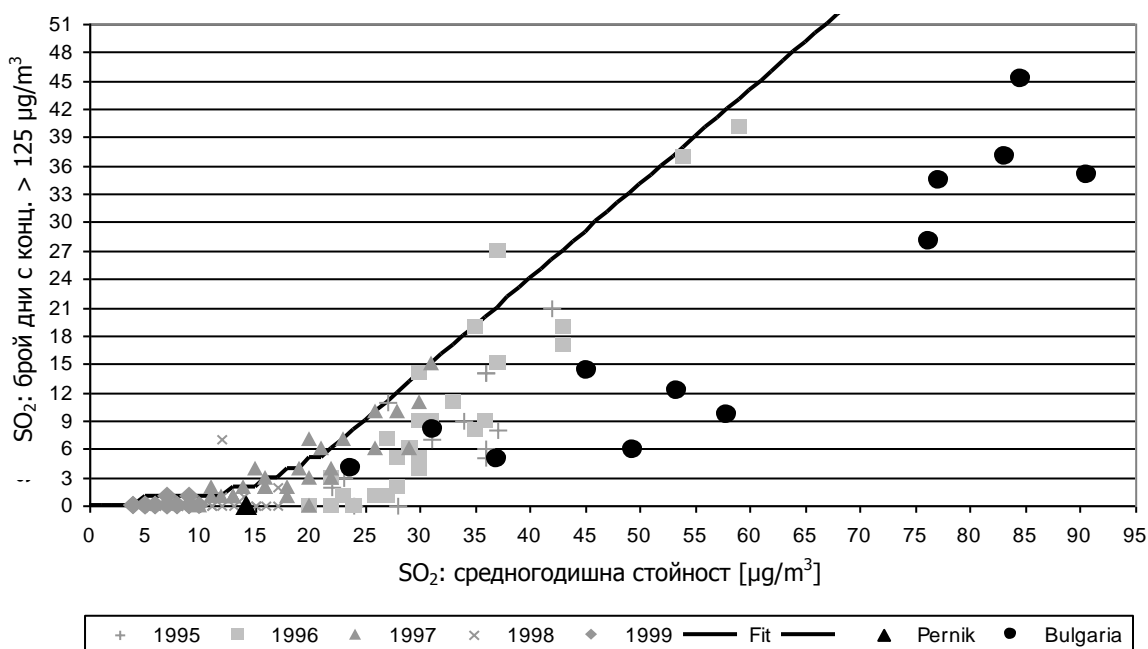


за SO₂

- Брой на 24-часовите стойности > 125 µg/m³
- Средногодишни стойности < S2: *Експоненциална функция с основа "е"*:
 $g \times \exp [SO_2 (\text{средногодишна}) \times h]$ за средногодишна < S2 µg/m³
- Средногодишни стойности ≥ S2: *линейно нарастване*:
 $i \times SO_2 (\text{средногодишна}) - j$ за средногодишна ≥ S2 µg/m³

Пример за константи (Lohmeyer et al., 2001):
 $g = 0.25, h = 0.147, i = 1, j = 16, S2 = 21$

Фигура А6-3: SO₂ – Честота на превишение на средnodневната от 125 µg/m³ като функция от средногодишната стойност



за SO₂.

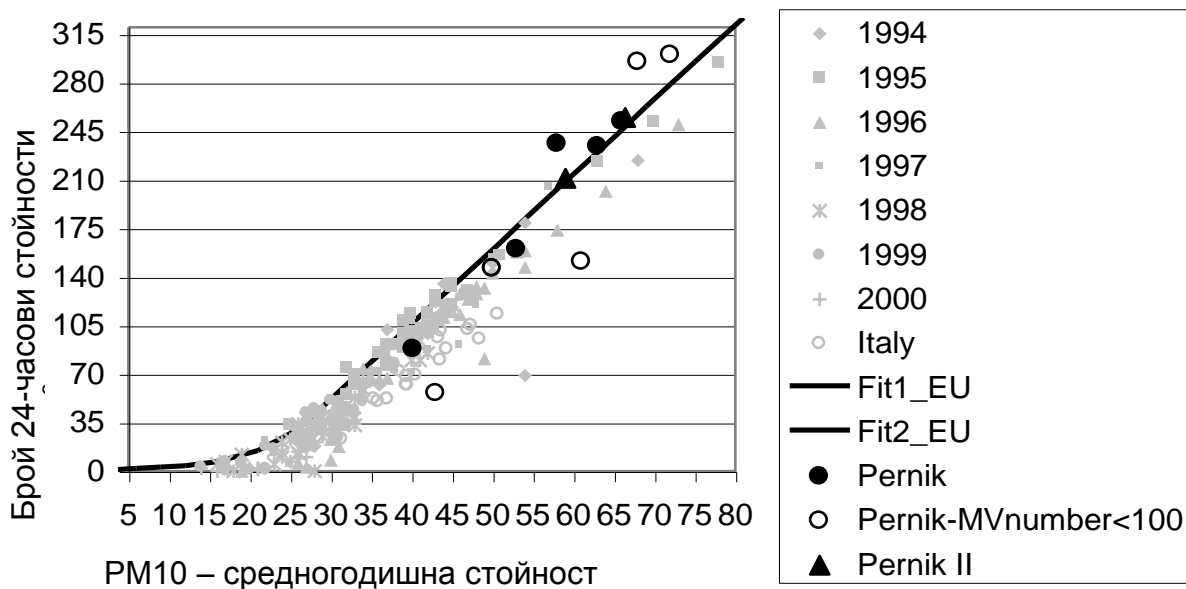
PM₁₀, брой на 24-часовите стойности > 50 µg/m³

Средногодишни стойности < S3: *Експоненциална функция с основа "e"*:
 $k \times \exp [PM_{10}(\text{средногодишна}) \times l]$ за средногодишна $\leq S3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Средногодишни стойности $\geq S3$: *линейно нарастване*:
 $m \times PM_{10}(\text{средногодишна}) - n$ за средногодишна $> S3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Пример за константи (Lohmeyer et al., 2001):
 $k = 0.68, l = 0.147, m = 5.4, n = 110, S3 = 27$

Фигура А6-3: PM₁₀ – Честота на превишение на средnodневната от



50 µg/m³ като функция от средногодишната стойност за PM10.

Ако се налага, всички споменати по-горе параметри могат да бъдат коригирани по начин, съответстващ на нови измервателни стойности.

3. Литература

- Clai, G., Berkowicz, R., Düring, I., Ketzler, M., Lohmeyer, A., Moussiopoulos, N., Papalexiou, S. (1999): Proposal for the calculation of the high percentiles of NO₂ concentrations, necessary for the execution of EU Directive 1999/EC. Sixth International Conference on Final Programm - Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Rouen, France, 11 - 14 October 1999.
- Lohmeyer, A., Moldenhauer, A. (2001): SELMA^{GIS}-Rechnungen für Bulgarien, Prüfung der Übertragbarkeit europäischer Korrelationsfaktoren auf Bulgarien anhand von Bulgarischen Messdaten. Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vertreten durch MoEW, Dezember 2001.

Приложение 7 Информация за употребата на природен газ за битово отопление

Извадка от документ, подготвен от "Овергаз" АД, базиращ се на въпросник от МОСВ по време на Туининг-проекта, отнасящ се до газификацията на Перник

А. Регионално разделение на България, подготвено от Държавната Комисия за Енергийно Регულიране

Държавната Комисия за Енергийно Регულიране е разделила България на 8 газоразпределителни района:

- Добруджа – с център град Варна;
- Мизия – с център град Плевен;
- Дунав – с център град Русе;
- Сердика – с център град София;
- Приморски – с център град Бургас;
- Запад – с център град Враца;
- Тракия – с център град Пловдив;
- Югозападен – с център град Дупница.

Очаква се срокът на лицензиите да е 35 години.

В момента се подготвят търгове за избор на инвеститори, които да газифицират осемте района.

Срокът за планирането на системата за газификация е около 3-4 месеца.

В. Инвестиции на клиента

1. Такса за проучване – 5 лв; плаща се от газоразпределителното дружество;
2. Виза за проектиране – 16 лв; плаща се в общината.
3. Работен проект – 150-200 лв;
4. Съгласуване на работен проект – 60 лв.
5. Разрешение за строеж – 36 лв; плаща се в общината;
6. Договор за присъединяване към мрежата – 174лв; плаща се от газоразпределителното дружество;
7. Строително-монтажни работи:
 - Отоплителна инсталация – 500 лв за материали и труд;
 - Съоръжения – котел – 1000-2000 лв;
 - Газова инсталация – полагане на тръбопровод –25 лв/м²; над 10m – 250 лв (фиксирана сума);
 - Монтаж и настройка на котела – 200 лв;

8. Независим строителен надзор – 2% от стойността на строително-монтажните работи
9. Проверка и освидетелстване на вътрешно-газовата инсталация – 110 лв.
Прави се от лицензираната фирма “Газтек-БГ” АД.

Обща сума: 2000-3550 лв.

С. Цени и консумативи

1. Съгласно Наредба от Държавната Комисия за Енергийно Регулиране, цените на природния газ се определят на основата на разходите на инвеститорите. Газорезпределителните дружества са с различни цени за различните потребителски сектори.
2. От 01.04.2002г. се прилагат диференцирани цени на природния газ в различните сектори, като за битови потребители приетата цена е еднокомпонентна и еднаква за всички газоразпределителни дружества в системата на ОВЕРГАЗ – 510 лв/1000m³
3. Очаква се приемането на двукомпонентни цени в сектора за битови потребители.
4. Статистически данни от средногодишно потребление на природен газ за различни групи градове:

Градове над 150 000 жители:

Средна годишна консумация на битов обект – 2 400 m³

Градове над 70 000 жители:

Средна годишна консумация на битов обект – 1 800 m³

Д. Годишни такси

Представяме извлечение на таксите за редовните проверки и инспекции на газовите съоръжения и уреди съгласно Тарифа 11 за таксите, които се събират в системата на Държавната агенция по стандартизация и метрология по Закона за държавните такси:

Такси за проверка на средства за измерване (СИ):

Наименование на СИ	Такса за проверка на 1 СИ (лв)	Период за проверка
Термометри съпротивителни	3	1 година
Манометри	от 1.8 до 2.8	1 година
Преобразуватели за налягане	5	1 година
Разходомери турбинни	30	3 години
Коректори	30	1 година
Газсигнализатори	6	½ година

За удостоверяване на резултатите от извършената проверка се събират такси:

за издаване на свидетелство – 1 лв

за знаци – 0.2 лв

Такси на дейности по техническия надзор върху съоръжения с повишена опасност:

Наименование на съоръжението	Такса за техническо освидетелстване (лв)	Такса за пълен периодичен преглед (лв)	Такса за пълен периодичен преглед с изпитване (лв)
Магистрално отклонение, лв/km	24	4	6
Газоразпределителна станция	72	36	56
Станция за катодна защита	20	12	18
Линеен спирателен възел	24	4.6	6
Резпред. газопров. Външни лв/km	24	4.6	6
ГРП	56	24	30
ГРИ	45	15	30

Е. Разрешителни документи, необходими за узаконяване на газова инсталация на битов потребител

- Скица на общината;
- Виза за проектиране;
- Договор за проектиране;
- Съгласуване с:
 - ХЕИ;
 - Регионална служба за противопожарна и аварийна безопасност;
 - Оправомощено лице за технически надзор;
 - Газоразпределително дружество.
- Разрешение за строеж – община;
- Договор за строително-монтажни работи;
- Договор за независим строителен надзор;
- Протокола за 72-часови проби;
- Доклад на оправомощено лице по техническия надзор;
- Доклад за независим строителен надзор
- Акт 15
- Разрешение за въвеждане в експлоатация от РДНСК

Г. Допълнителна информация

Средногодишната консумация на домакинство е 1 800 nm³

Приложение 8 – Използване на CNG в дизелови автомобили

Извадка от документ, подготвен от “Овергаз” АД, базиращ се на въпросник от МОСВ по време на Туининг-проекта, отнасящ се до използването на компресиран природен газ (CNG, compressed natural gas).

Дадени за въпросите, както и отговорите от “Овергаз” АД

Какви са техническите изисквания, за да се движат дизеловите автобуси с компресиран природен газ?

Конвертирането на дизеловите автомобили за работа с природен газ се извършва по два начина:

- bi-fuel – две горива с двигател с предварително запалване (Ото)
- dual- fuel – със смесено двойно гориво.

При конвертирането на дизеловите двигатели за работа с двойно гориво – дизелово и природен газ, се запазва възможността за работа на двигателя и на традиционното дизелово гориво, а самото преустройство е от 5 до 10 пъти по-евтино, отколкото преустройството на двигателя за работа само на природен газ.

Първите създадени системи за dual-fuel са отворен тип без електронно управление. Природният газ при тях се подава в потока от всмуквания въздух. Тези системи са с увеличен разход на гориво. В момента се предлагат три нови вида електронни dual-fuel системи, като два от тях са затворен тип с директно впръскване в цилиндрите.

Автомобилното газово оборудване се състои от:

- резервоари за съхраняване на компресирания природен газ при налягане 200bar на борда на автомобила;
- средства за подготовка и подаване на газа в двигателя – клапани и многостъпален редуктор;
- елементи на системата за управление и автоматика – електромагнитни клапани, вентили, превключватели и смесители.

Минимални технически изисквания за дизеловите мотори, други изисквания за автомобилите?

За да бъде целесъобразно преоборудването на един употребяван автомобил или автобус за работа с dual- fuel, следва да има остатъчен пробег, позволяващ откупуването на автомобилната газова инсталация.

В зависимост от цената на инсталацията за работа с двойно гориво и съотношението на цените на природния газ и дизелово гориво минималните изисквания за пробег са различни. Техническите предпоставки са свързани

със състоянието на автобуса, което трябва да позволява пробег над 140 000km в продължение на 3 години.

Какво количество гориво може да се замени със CNG? Как се променя консумацията? Как се променят емисиите на вредни вещества?

При използване на смесено гориво – дизелово гориво и природен газ, степента на замяна на дизеловото гориво с газ е до 85%.

При газификацията на автотранспорта се премахват емисиите на серни оксиди и оловни съединения. Намаляват емисиите на CO и NOx с 50-60%, а на твърдите частици – до 80-90%.

Колко струва преоборудването?

Средната цена за преоборудване на един автобус зависи от типа на системата за dual fuel. Тя варира в граници от USD 3,000 до USD 12,000.

Какви инфраструктурни промени са необходими за движението на автомобилния парк на dual-fuel?

Необходимо е проучване за всеки отделен случай, за да се определи броят на изгражданите автомобилни газокомпресорни станции, тяхната конфигурация, производителността, броя на зареждащите колонки, типа на крайниците и др.

Средната цена на една газокомпресорна станция е USD 200,000 - 350,000.

Приложение 9 – Съкращения

РИОСВ	Регионален инспекторат на околната среда и водите
МОСВ	Министерство на околната среда и водите
НИМХ	Национален институт за метеорология и хидрология
µg	микрограм
µm	микрометър
PM	фини прахови частици
PM ₁₀ , PM10	фини прахови частици с аеродинамичен диаметър < 10 µm
PM _{2.5} , PM2.5	фини прахови частици с аеродинамичен диаметър < 2.5 µm
SO ₂ , SO2	серен диоксид
NO ₂ , NO2	азотен диоксид
ЛОС	летливи органични съединения
MWh	мегаватчас
НДНТ (ВАТ)	най-добра налична техника
ИАОС	Изпълнителна агенция по околна среда
КАВ	качество на атмосферния въздух
ОВОС	оценка на въздействието върху околната среда
ГОП	горен оценъчен праг
ДОП	долен оценъчен праг
АП	алармен праг
СДТ	среднодневен трафик, брой автомобили за 24h

Приложение 10 – важни доклади от Туининг-проекта

Съкращение	Доклад
Доклад по първоначалния анализ на измервателното оборудване и методи	Доклад по точка В-1.4 от работната програма Анализ на измервателното оборудване и измервателните методи
Доклад по първоначалния анализ на КАВ	Доклад по точка В - 2.4 от работната програма Първоначален анализ на данните за качеството на въздуха и метеорологията и на ситуацията по качеството на въздуха и метеорологията
Доклад по първоначалния анализ на емисионната обстановка	Доклад по точка В - 3.8 от работната програма Първоначален анализ на емисионната обстановка
Доклад по допълнителните измервания	Доклад по точка В - 4.4 от работната програма Допълнителни измервания на КАВ - Планиране на измерванията - - Използване на пасивни пробовземни тръби -
Доклад по избора на дисперсионния модел	Доклад по точка В - 5.5 от работната програма Избор на система за дисперсионно моделиране
Доклад по оценката	Доклад по точки В - 4.8, 9.5 и 10.3 от работната програма Резултати от измерванията, определяне и оценка на качеството на атмосферния въздух
Доклад по мерките за подобрене	Доклад по точки С-1.4, 2.2, 3.4 и 4.2 от работната програма Разработка на програма за подобрене на качеството на атмосферния въздух

