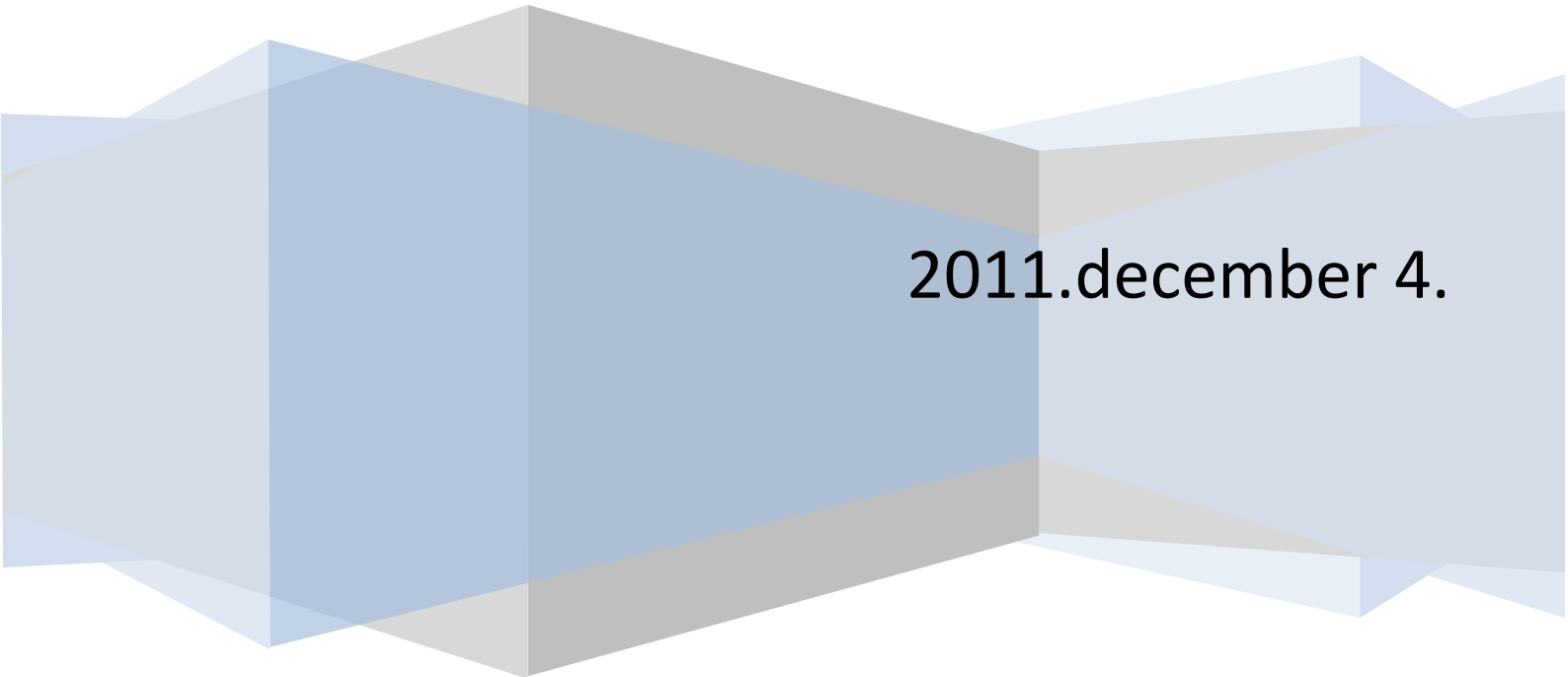


MISKAM gyakorlat

**Beadandó az Áramlások modellezése
környezetvédelemben c. tantárgyhoz**

Titkay Dóra - CBAGKH



2011.december 4.

Miskam gyakorlat

A gyakorlat során a Miskam (Mikroskaliges Strömung-und Ausbreitungsmodell -mikroskálájú áramlás- és terjedésmo­dell) szoftverrel ismerkedtünk meg. Ezt a validált numerikus kódot tartalmazó programot általában városi átszellőzésre, és szennyezőanyag-terjedés modellezésére használják.

A mo­dell analógiákat felhasználva, a k - ϵ turbulencia mo­dell (alapja: Navier-Stokes egyenlet) alapján számol. A terjedést passzív skalár transzportegyenletek megoldásával adja meg. Az egyirányú csatolás egyszerűsítésével él a szoftver, miszerint is a terjedésnek nincs visszahatása az áramlásra.

A numerikus háló megadásánál csak hexaelemket felhasználó, strukturált háló bevitele lehetséges, és a cellák maximális száma pedig nem haladhatja meg az 5 millió. Az áramlási akadályokat, mint például az épületeket, a fákat, és a hidakat/átjárókat a program változó porozitású cellablokként jelenti meg.

A peremfeltételek megadása rögtön az első lépésben történik, ahol is 1D szélprofil generálunk a következő adatokból: felületi érdesség, anemométer magasságán mért szélesebesség, szélirány, légkör termikus rétegezettsége.

A szennyezőanyag-terjedés számolásánál 3 típusú kibocsátó forrást tudunk modellezni: a pontforrást (mg/s), a felületforrást (mg/m²/s), és vonal forrást (mg/m/s), amit x y irányban cellákra lebontva tehetünk meg.

A MISKAm főbb tulajdonságainak ismertetése után vizsgáljuk meg előnyeit és hátrányait is. Ez a felosztás gyakorlati szempontból is nagyon fontos, hiszen egy adott modellezési feladat estén minden rendelkezésre álló szoftver előnyeit, és hátrányait összehasonlítva kell kiválasztanunk a legmegfelelőbbet.

Előnyök:

- Egyszerű hálógenerálás
- Felhasználóbarát kezelés
- Alacsony számítási igény
- Validált program
- Városi átszellőzés és terjedés modellezésére optimalizált

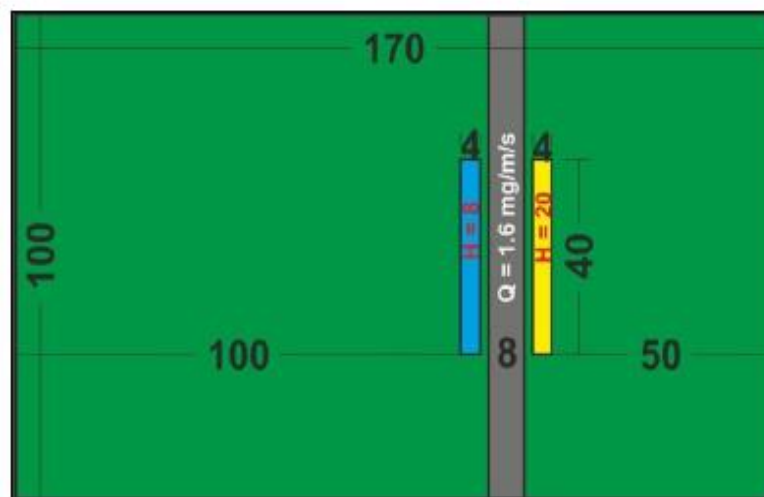
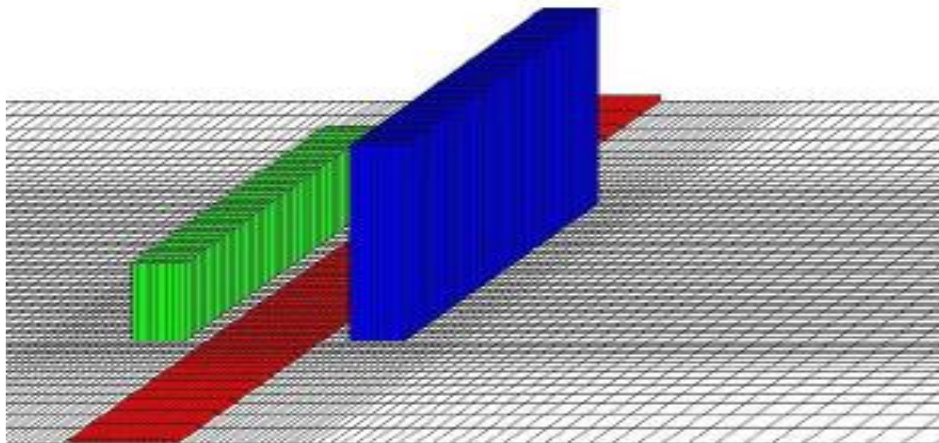
Hátrányok:

- Függőleges keveredés pontatlan számítása
- Hő transzport nincs modellezve

- Kémiai reakciók nincsenek figyelembe véve
- Párhuzamos futtatás (több CPU-n) nem lehetséges
- Domborzat térbeli felbontása nem megoldható
- Önkényes bemeneti szélprofil megadására nincs mód
- Határreteg megfelelő felbontására nincs lehetőség

A labor során a következő mintafeladatot oldottuk meg:

„Egy jelentős forgalmú útszakaszt egy 8 m és egy 20 m magas zárt épületsor fog közre. Az így kialakult utcakanyonban, a pangó áramlási zóna miatt a forgalomból származó NO_x imissziós koncentráció értéke kritikus szintet ér el. Vizsgáljuk meg milyen áramlástanai jelenségek okozhatják a szennyező anyagok feldúsulását?”



A feladat megoldását a számítási tartomány kijelölésével kezdtük. Ezen tartomány határainak megadásakor figyelembe kell vennünk, hogy az épületek körül az összes jelentős áramlási képződmény modellezésre kerüljön. A vízszintes kiterjedés megadásakor az '5L' szabályt alkalmaztuk, miszerint is $D_{min} = L_b + 4 * w_m$, ahol D_{min} az adott épülettől vett minimális távolság, L_b az adott épület legkisebb oldalának hossza, w a jellemző szélesség nagysága. Függőleges kiterjedésnél a legmagasabb épület háromszorosát vettünk mérvadó értéknek. Így minden házak által keltett áramlási jelenséget tartalmazni fog a vizsgált zónánk.

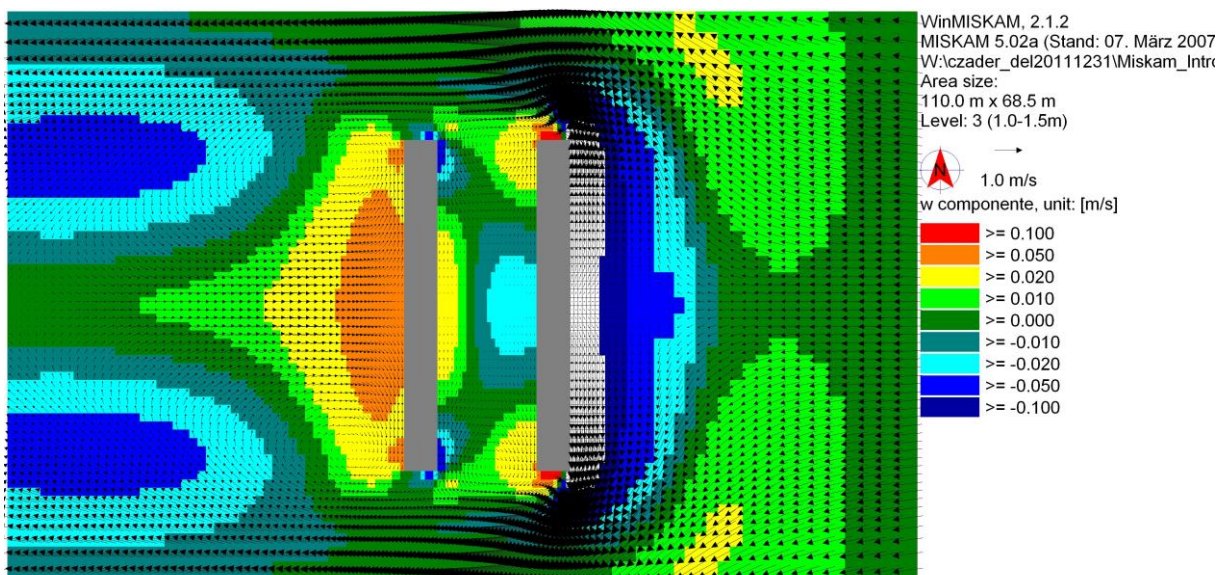
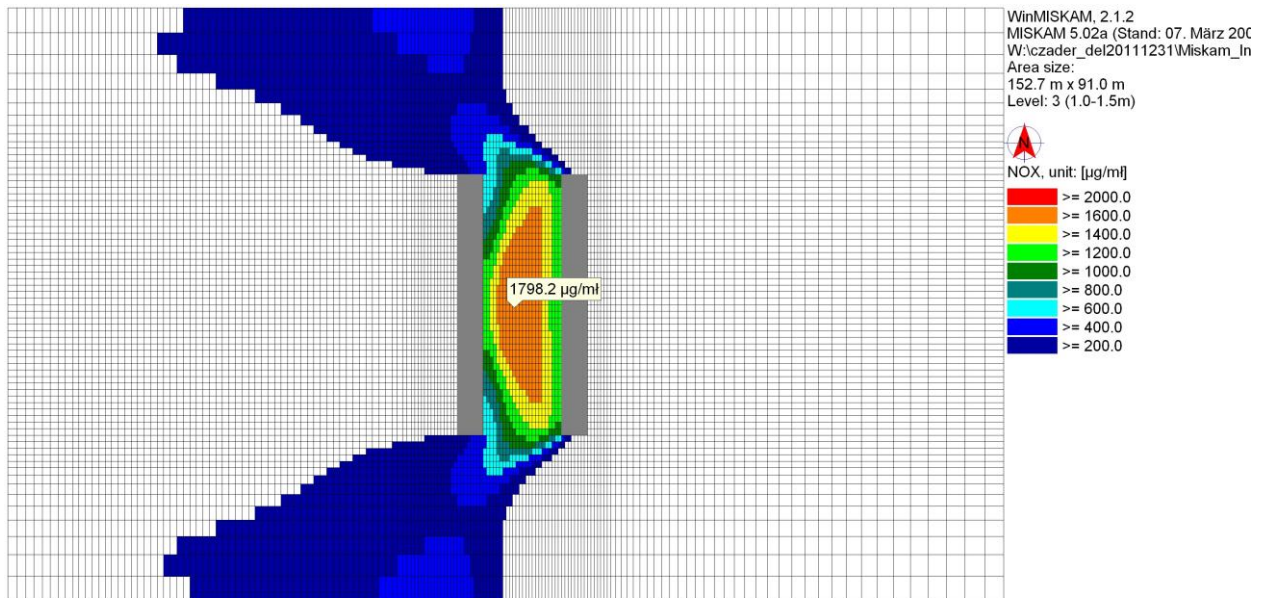
Az alkalmazott numerikus séma pontosságának biztosítása érdekében két szomszédos cella között maximálisan 1,2 növekedési ráta, a celláknál maximálisan 1:2 oldalarány, és maximálisan 0,85-ös cellatorzultság engedhető meg hexaelemeknél.

A program elindítása után első lépésként a háló generálását végeztük el az előre megadott adatokat felhasználva. Második lépésként térképet illesztettünk a csupasz hálóra, két pontos koordinátaillesztéssel. Harmadik lépésként az épületek beillesztése következik a Digitize/Edit parancsokkal. Ez a részfolyamat az épületek körberajzolásából (poligonokkal), épületek magasságának megadásából és az épületek hálóra való vetítéséből áll.

Ezek után felvettük a szennyező forrás helyét, ami abból állt, hogy kijelöltük az utca vonalát, és megadtuk az arról a légtérbe kerülő szennyező anyag (NOx) koncentrációját, amit 1,6 mg/m/s volt. Miután rendelkezünk az összes hálóhoz szükséges adattal, elkezdjük beállítani a futtatási paramétereket. Először a bemenő log szél sebesség paramétereit adtuk meg, úgy, mint a felszín érdeksége, az anemométer magassága, a szélesség, a szélirány és a termikus rétegződés. A terjedés számításához upwind sémát használtunk, mert ez a modell vonalforrás esetén megfelelő eredményt szolgáltat. Ezzel befejeztük az adatok felvitelét a rendszerbe, és a futtatás következett. A program lefutása után értékeltük az eredményt.

A gyakorlat során adott síkokban kialakuló szélesség- és szennyező anyag profil vizsgáltunk. A következőkben ismertetek néhányat.

1. 'Z' tengelyen 1-1,5 méteren kialakuló profilok

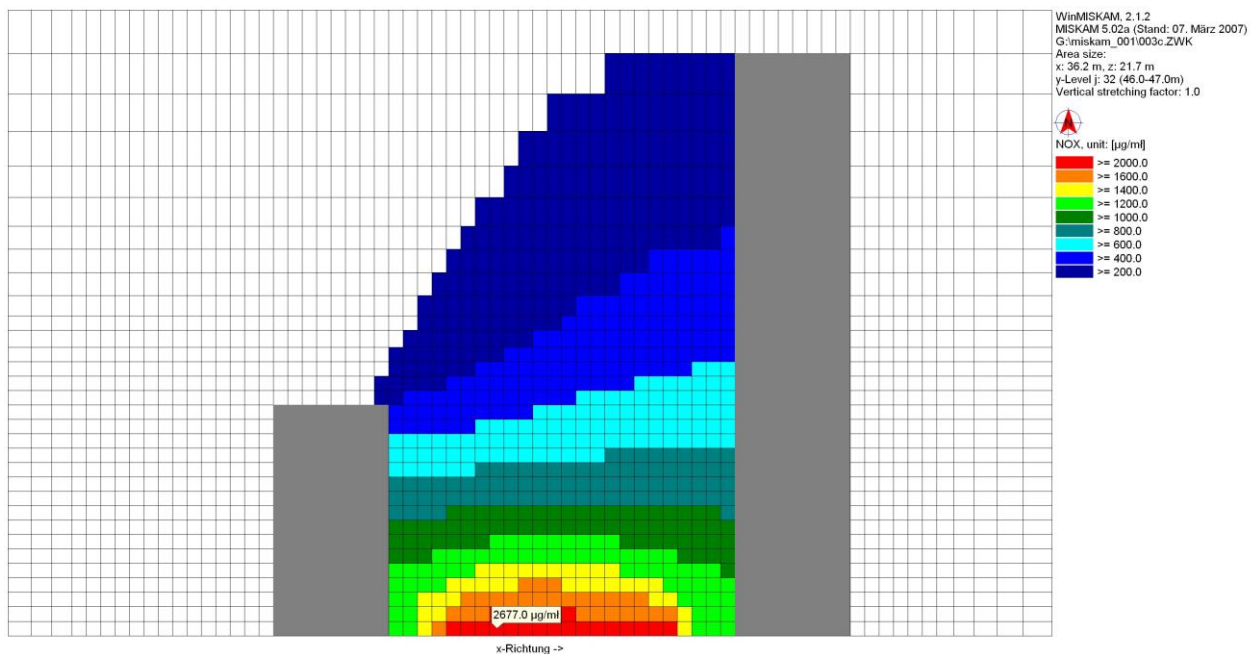


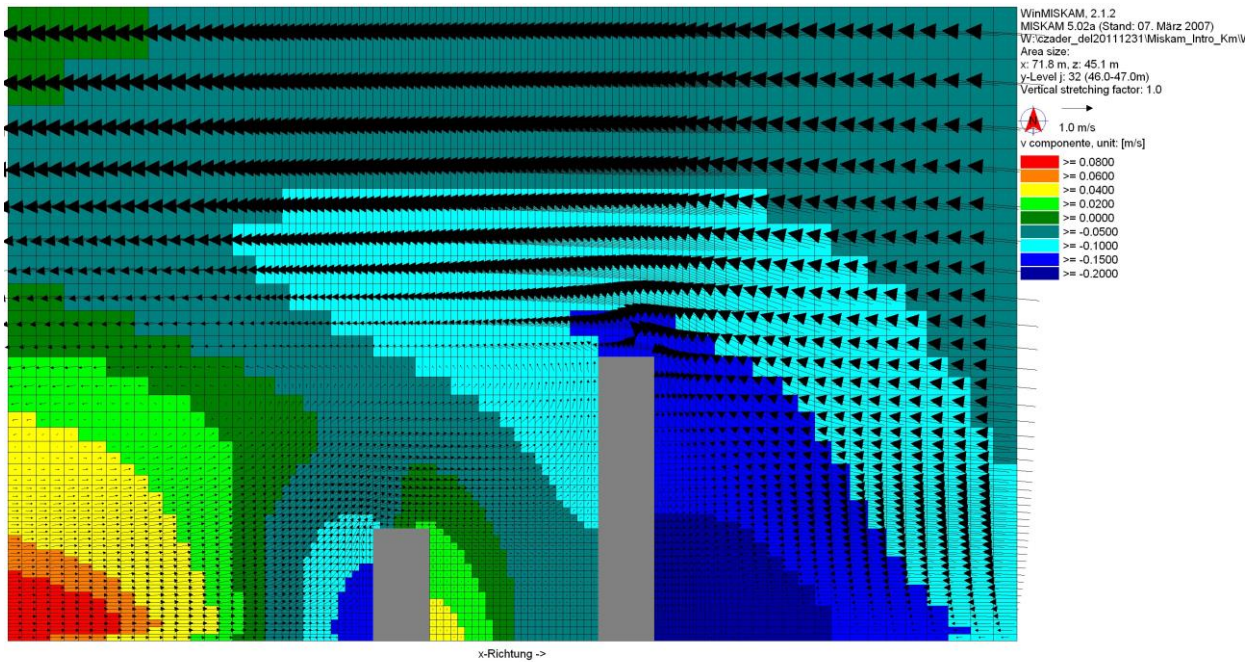
A program 'Z' tengely 1-1,5 méteren kirajzolt profilja azért is érdekes, mert ez az a magasság, ami a gyermek szempontjából a legfontosabb, ők erről a szintről lélegzik be a levegőt. A két képet megvizsgálva sajnos arra az összefüggésre juthatunk, hogy ezen a magasság értéken igen magas a nitrogénoxid koncentráció, aminek több oka is van.

Az első képen a szennyező anyag koncentrációjának eloszlása látható. A két épület között található a legmagasabb koncentráció, aminek magyarázatát a szélesség profil adja meg. Jól látható, hogy a magasabb épület keleti oldalán torló pont alakul ki, a szél sebessége nullára csökken le. A másik oldalán szintén igen alacsony a szélesség, hiszen az épület maga felfogja az áramlást. Így a kibocsátott szennyező anyagnak nincs lehetősége a kiszellőzésre, huzamosabb ideig az utca tengelyében marad, tehát feldúsul, ami koncentráció növekedést eredményez.

További áramlástanai jelenségek is megfigyelhetők a képen, mint például a magas épület sarkán felgyorsuló áramlás (piros szín), amik a szívóhullámok hatására alakulnak ki, az épület másik oldalán tapasztalható kisebb nyomás miatt, illetve az alacsonyabb épület mögött kialakuló leválási buborék, ahol a zavartalan áramlással ellentétes visszaáramlás van, és viszonylag kicsik a sebességek.

2. 'Y' tengelyen 46-47 méteren kialakuló profilok

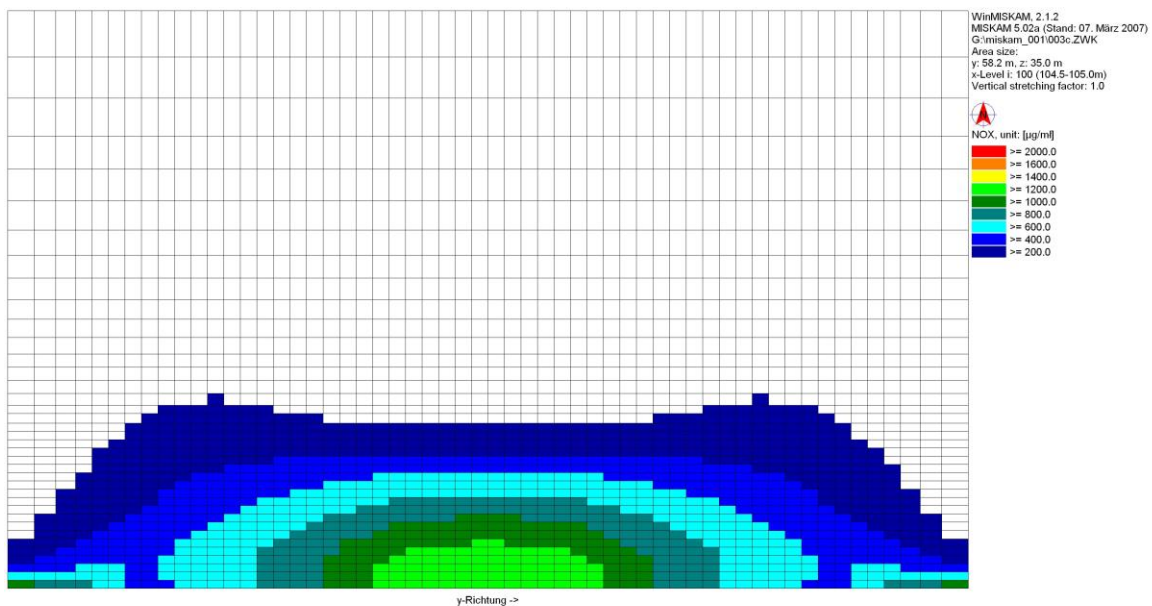




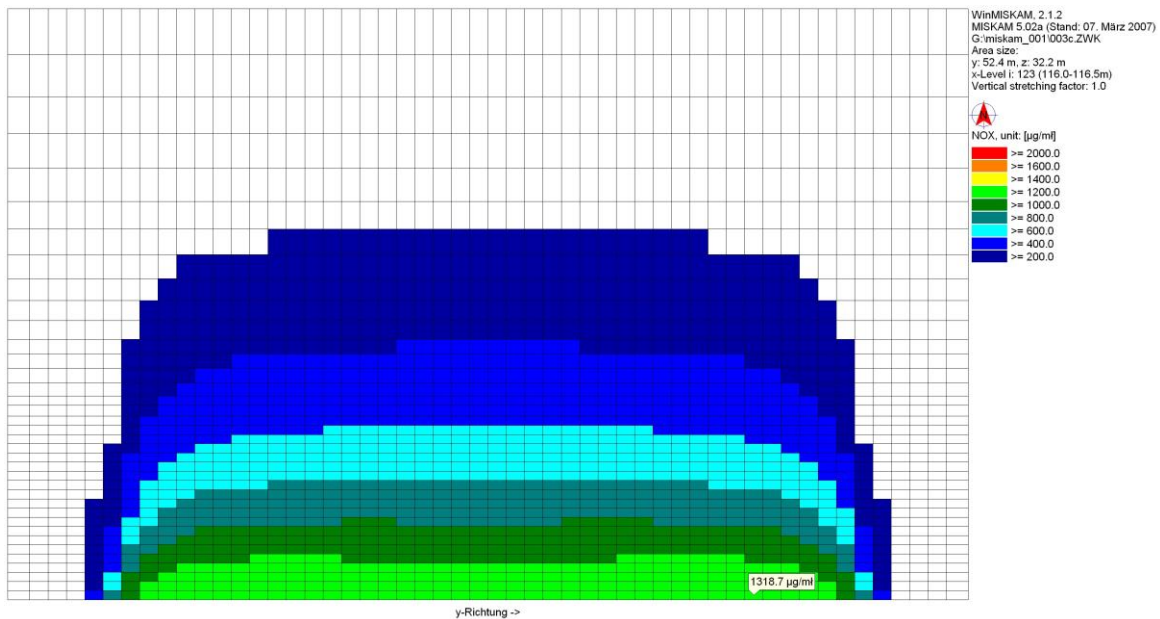
A felső képen a szennyező anyag koncentráció eloszlását látjuk az utca vonalában, a 46-47 méternél. Látható, hogy az utca középvonalaiban van a legmagasabb koncentráció, a két széle felé közeledve egyre csökken. Ez annak a következménye, hogy az épületek magukra húzzák a szennyezőanyagot, és végső soron továbbítják a fő áramlásba.

A második képen a szél sebességek ábrázolásánál megfigyelhető a magas épület tövében kialakuló patkóörvény.

3. a) kis épület előtt ' X' tengelyen 104,5 méternél



b) nagy épület előtt 'X' tengelyen 116 méternél



Minkét ábrán a koncentráció eloszlás profilját láthatjuk, a felső képen a kis épület előtt kialakulót, míg a másodikon a nagy épület előtt kialakulót. Észrevehető, hogy a nagy épület előtt magasabb szennyezőanyag koncentráció van, mert ott kisebb a szélesebbesség (nagyobb a torlóponti hatás), így nehezebben oszlik el a NOx.

A profilok elemzése során számos áramlási és koncentráció eloszlási jelenségre magyarázatot kaphattunk, azonban nem szabad elfelejtenünk az elején felsorolt korlátozó tényezőket, így az eredményeket azoknak a tudatában kell értékelnünk.

A MISKAM mellett számos numerikus szimulációval dolgozó program van a piacon. Az egyik közülük az Amerikai Egyesült Államokban széleskörűen használt szoftvercsomag, a CFD project. A program alapvetően szintén a Navier-Stokes egyenletet használja. A szoftver azonban sokkal összetettebb, értelemszerűen bonyolultabb áramlási viszonyok elemzésére alkalmas, mint a MISKAM. A rendszer élethűen szimulálja a bonyolult elrendezésű tereptárgyakat, különböző épületek homlokzatát, a légáramlást befolyásoló egyéb topográfiai viszonyokat (pl.: növényzet háromdimenziós elhelyezkedése), a vizsgálandó gázokat, füstök kibocsájtó elemeket, a környezet áramlási viszonyait. A gázok, füstök fősodor-áramának és hígulási viszonyainak elemzése alkalmassá teszi széleskörű a felhasználásra:

- Már meglévő épületek körüli és feletti áramlások, figyelemmel kísérve a már meglévő károsanyag kibocsájtások elemzése.

- Már meglévő épületek figyelembevételével új kémények, kéménykötegek szellőzők telepítése. (kémiai labor szellőztető rendszer kivezetésének telepítése figyelembe véve közeli épületek légbeáramlására).
- Szellőztető rendszerek tervezése
- Új objektumok elhelyezkedésének tervezése, figyelembe véve már meglévő gáz/füst kibocsájtó elemeket.
- Új épületgyűttesek, városrészek tervezéséhez nyújt segítséget az optimális áramlási viszonyok megjelenítésével

A program több lehetőséget megvizsgálhat, igény szerint ábrázolja az áramlásokat, felkínálja az építési lehetőségeket, melyből egyéb feltételek figyelembe vételével (anyag, jogi) lehet választani.

Forrás:

http://www.ara.bme.hu/oktatas/tantargy/NEPTUN/BMEGEATMKK2+MKK4/2011-2012-1/labor_laboratory/Miskam%20gyakorlat_km.pdf