



Hallsvegur – Úlfarsfellsvegur ásamt gatnamótum við Vesturlandsveg

Mat á loftgæðum vegna framkvæmdar

- Titill:** Hallsvegur – Úlfarsfellsvegur ásamt
gatnamótum við Vesturlandsveg
- Mat á loftgæðum vegna framkvæmdar
- Höfundur:** Skúli Þórðarson, Dr.ing.
Vegsýn ehf
Reykjavíkurvegur 60
220 Hafnarfjörður
Sími: 562 0600 / 846 7253
skuli@vegsyn.is
- Verkkaupi:** Vegagerðin

Efnisyfirlit

| | |
|---|----|
| Myndaskrá | 4 |
| 1 Bakgrunnur..... | 6 |
| 1.1 Markmið..... | 6 |
| 1.2 Tilfelli til skoðunar..... | 6 |
| 2 Aðferðafræði útreikninga | 6 |
| 2.1 Almennt..... | 6 |
| 2.2 Loftdreifilíkan..... | 7 |
| 2.3 Forsendur losunar mengunarefna frá umferð | 7 |
| 2.3.1 Forsendur athugunarinnar..... | 8 |
| 2.4 Veðurfarslegar forsendur..... | 9 |
| 2.5 Tíðnidreifing á styrk loftmengunar frá umferð | 10 |
| 2.5.1 Samband tíðnidreifinga fyrir styrk NO_x og NO_2 | 10 |
| 2.5.2 Tíðnidreifing á styrk svifryks PM_{10} | 12 |
| 3 Niðurstöður..... | 13 |
| 3.1 Köfnunarefnisdíoxíð NO_2 | 13 |
| 3.2 Svifryk PM_{10} | 14 |
| Heimildir..... | 15 |
| A. Viðauki með niðurstöðum líkanreikninga..... | 17 |
| B. Viðauki með útreikningum fyrir kvörðun líkanreikninga á Grensás | 33 |
| C. Viðauki um umhverfis- og losunarmörk reglugerða | 35 |

Myndaskrá

| | |
|--|----|
| Mynd 2.1 Vindrós veðurstöðvar loftmengunarmælistöðvar á Grensás fyrir árið 2006. Ásar tilgreina fjölda klukkustunda innan ársins sem ástand varir. | 9 |
| Mynd 2.2 Vindrós veðurstöðvar VÍ við Korpu fyrir árið 2006 | 10 |
| Mynd 2.3 Samband klukkustundargilda NO _x (á láréttum ás) og NO ₂ (lóðréttum ás) frá Grensásvegi 2006. | 10 |
| Mynd 2.4 Aðlögun jöfnu 1 að sambandi 98 % líkindagildi klukkustundarmeðaltals NO ₂ og ársmeðaltals NO _x fyrir þéttbýlisstöðvar í Þýskalandi. Grænu strikalínurnar sýna 95% öryggismörk. (Stuðlar: Tafla 2) | 11 |
| Mynd 2.5. Ferill jöfnu 1 með stuðulgildum fyrir mælingar í þéttbýli í Þýskalandi ásamt mæligildum frá Grensás. | 11 |
| Mynd 2.6 Línulegt samband ársmeðalgildis PM ₁₀ og sólarhringsmeðaltals með 90,42 % líkindi (m.v. 35 daga sem fara yfir mælt gildi)..... | 12 |
| Mynd 2.7 Mælingar á Grensás 2004 – 2006 ásamt áætlaðri línu með hallatölu 4,55 fyrir samband ársmeðaltals PM ₁₀ og sólarhringsmeðaltals PM ₁₀ með 98 % líkindi..... | 13 |
| Mynd A.1 Framkvæmd. Köfnunarefnisdíoxíð NO ₂ . Ársmeðatal 2024 í µg/m ³ . Heilsuverndarmörk eru 30 µg/m ³ | 17 |
| Mynd A.2 Framkvæmd. Köfnunarefnisdíoxíð NO ₂ . Hæsti meðalstyrkur klukkustundar árið 2024 undir 98 % líkindum (175 klst gætu orðið hærri). Heilsuverndarmörk eru 110 µg/m ³ | 18 |
| Mynd A.3 Framkvæmd. Svifryk PM ₁₀ . Ársmeðatal 2024 í µg/m ³ . Heilsuverndarmörk eru 20 µg/m ³ | 19 |
| Mynd A.4 Framkvæmd. Svifryk PM ₁₀ . Hæsti meðalstyrkur sólarhrings árið 2024 undir 98 % líkindum (7 sólarhringar gætu orðið hærri). Leiðbeinandi heilsuverndarmörk eru 50 µg/m ³ | 20 |
| Mynd A.5 Núllkostur. Köfnunarefnisdíoxíð NO ₂ . Ársmeðatal 2024 í µg/m ³ . Heilsuverndarmörk eru 30 µg/m ³ | 21 |
| Mynd A.6 Núllkostur. Köfnunarefnisdíoxíð NO ₂ . Hæsti meðalstyrkur klukkustundar árið 2024 undir 98 % líkindum (175 klst gætu orðið hærri). Heilsuverndarmörk eru 110 µg/m ³ | 22 |
| Mynd A.7 Núllkostur. Svifryk PM ₁₀ . Ársmeðatal 2024 í µg/m ³ . Heilsuverndarmörk eru 20 µg/m ³ | 23 |
| Mynd A.8 Núllkostur. Svifryk PM ₁₀ . Hæsti meðalstyrkur sólarhrings árið 2024 undir 98 % líkindum (7 sólarhringar gætu orðið hærri). Leiðbeinandi heilsuverndarmörk eru 50 µg/m ³ | 24 |
| Mynd A.9 Núverandi ástand. Köfnunarefnisdíoxíð NO ₂ . Ársmeðatal 2008 í µg/m ³ . Heilsuverndarmörk eru 30 µg/m ³ | 25 |

| | |
|--|----|
| Mynd A.10 Núverandi ástand. Köfnunarefnisdíoxíð NO ₂ . Hæsti meðalstyrkur klukkustundar árið 2008 undir 98 % líkindum (175 klst gætu orðið hærri). Heilsuverndarmörk eru 110 µg/m ³ . | 26 |
| Mynd A.11 Núverandi ástand. Svifryk PM ₁₀ . Ársmeðatal 2008 í µg/m ³ . Heilsuverndarmörk eru 20 µg/m ³ . | 27 |
| Mynd A.12 Núverandi ástand. Svifryk PM ₁₀ . Hæsti meðalstyrkur sólarhrings árið 2008 undir 98 % líkindum (7 sólarhringar gætu orðið hærri). Leiðbeinandi heilsuverndarmörk eru 50 µg/m ³ . | 28 |
| Mynd A.13 Mismunur framkvæmdar og núllkosta. Köfnunarefnisdíoxíð NO ₂ , mismunur ársmeðatala 2024. | 29 |
| Mynd A.14 Mismunur framkvæmdar og núllkosta. Köfnunarefnisdíoxíð NO ₂ , mismunur hæsta meðalstyrks klukkustundar undir 98 % líkindum árið 2024. | 30 |
| Mynd A.15 Mismunur framkvæmdar og núllkosta. Svifryk PM ₁₀ , mismunur ársmeðatala 2024. | 31 |
| Mynd A.16 Mismunur framkvæmdar og núllkosta. Svifryk PM ₁₀ , mismunur hæsta meðalstyrks sólarhrings undir 98 % líkindum árið 2024. | 32 |
| Mynd B.1 Mælistöð Grensás. Köfnunarefnisdíoxíð NO ₂ . Ársmeðatal 2006 í µg/m ³ . Heilsuverndarmörk eru 30 µg/m ³ . | 33 |
| Mynd B.2 Mælistöð Grensás. Köfnunarefnisdíoxíð NO ₂ . Hæsti meðalstyrkur klukkustundar árið 2006 undir 98 % líkindum (175 klst voru hærri). Heilsuverndarmörk eru 110 µg/m ³ . | 33 |
| Mynd B.3 Mælistöð Grensás. Svifryk PM ₁₀ . Ársmeðatal 2006 í µg/m ³ . Heilsuverndarmörk eru 20 µg/m ³ . | 34 |
| Mynd B.4 Mælistöð Grensás. Svifryk PM ₁₀ . Hæsti meðalstyrkur sólarhrings árið 2006 undir 98 % líkindum (7 sólarhringar voru hærri). Leiðbeinandi heilsuverndarmörk eru 50 µg/m ³ . | 34 |

1 Bakgrunnur

1.1 Markmið

Þessi athugun er hluti af mati á umhverfisáhrifum vegna framkvæmdarinnar *Hallsvegur – Úlfarsfellsvegur ásamt gatnamótum við Vesturlandsveg*. Markmið þeirrar athugunar sem hér er lýst eru að:

1. Meta losun og dreifingu mengunar við núverandi ástand (árið 2008)
2. Meta losun og dreifingu mengunar frá umferð vegna framkvæmdarinnar
3. Meta losun og dreifingu mengunar frá umferð við núllkost (með Sundagöngum)
4. Gera samanburð á áhrifum framkvæmdarinnar og núllkosts
5. Meta áhrif framkvæmdarinnar með hliðsjón af reglugerð nr. 251/2002 [1]

1.2 Tilfelli til skoðunar

Í athuguninni er fjallað um mengun vegna köfnunarefnisdíoxíðs (NO₂) og svifryks (PM₁₀) af völdum umferðar. Áður hefur tíðkast í sambærilegum verkefnum að kanna einnig mengun vegna kolmónoxíðs (CO). Mælingar á Grensásvegi sýna hins vegar að mengun af völdum kolmónoxíðs á stöðum þar sem umferð er hvað mest í Reykjavík er langt undir heilsuverndarmörkum reglugerðar. Sú ályktun er því dregin að áhrif af kolmónoxíði vegna framkvæmdarinnar verði hverfandi lítil í samanburði við gildandi viðmið og því er ekki talin ástæða til þess að fjalla frekar um kolmónoxíð í þessari athugun. Skoðun mælinga frá Grensási með hliðsjón af reglugerð sýnir að köfnunarefnisoxíð (NO₂) og svifryk (PM₁₀) eru þeir mengunarættir umferðar í Reykjavík sem mikilvægastir eru með tilliti til áhrifa á heilsufar skv. reglugerð.

Í athuguninni er tekið mið af þremur tilfellum. Í fyrsta lagi er lagt mat á núverandi ástand (umferð árið 2008) á athugunarsvæðinu, í öðru lagi er ástand ársins 2024 með hliðsjón af framkvæmdinni (Hallsvegur ásamt gatnamótum við Vesturlandsveg, umferðartölur m.v. tilkomu Sundaganga) metið. Þriðja tilfellið sem reiknað var er s.k. núllkostur fyrir árið 2024, þ.e. ástand án framkvæmdarinnar en með tilkomu Sundaganga. Umferðartölur á svæðinu fyrir árið 2008 eru fengnar frá talningargögnum og umferð 2024 byggir á umferðarspá VSÓ Ráðgjafar sem fjallað er um í matsskýrslu fyrir framkvæmdina.

2 Aðferðafræði útreikninga

2.1 Almennt

Í megindráttum byggja spár um loftgæði með tilliti til mengunar frá umferð á þrenns konar mati. Í fyrsta lagi þarf að meta losun mengunarefna frá þeirri umferð sem er á athugunarstað, í öðru lagi þarf að áætla veður á athugunarstaðnum á athugunartíma og í þriðja lagi þarf að meta dreifingu mengunar frá umferð fyrir tilstilli veðurs. Að auki þarf að liggja fyrir mat á bakgrunnsstyrk mengunarefna, en það er aðflutt framlag náttúruatburða og umferðar utan athugunarsvæðis.

Í viðauka XI í reglugerð nr. 251/2002 (heimild nr. [1]) er fjallað um tilvísunaraðferðir við mat á styrk þeirra efna sem reglugerðin tekur til. Þar er fjallað um aðferðir við sýnatöku og greiningu efna en ekki er getið um tilvísunaraðferðir fyrir reiknilíkön, hvorki fyrir losun efna né dreifingu þeirra í lofti.

2.2 Loftdreifilíkan

Til útreikninga á dreifingu loftmengunar frá umferð var notað s.k. Gauss líkan fyrir dreifingu loftborinna efna frá uppsprettu. Gauss líkön hafa áður verið nýtt til útreikninga á dreifingu mengunar frá umferð hér á landi af Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen, t.d.heimild [17] og Vatnaskilum, sjá t.d. [18]. Það líkan sem hér er notað er viðbót við Sound Plan hugbúnaðarkerfið sem einnig er notað til útreikninga á hljóðvist vegna umferðar. Líkanið reiknar samanlagðan styrk efna í athugunarpunkti, efna sem eiga upptök frá öllum uppsprettum á athugunarsvæðinu. Líkanið tekur mið af uppgefnum veðurfarsforsendum fyrir athugunartímabilið, þ.m.t. tíðni vindátta og vindhraða. Gauss líkön eru talin henta ágætlega til athugunar á loftmengun á svæðum þar sem áhrifa landslags og bygginga á loftdreifingu gæti lítið.

2.3 Forsendur losunar mengunarefna frá umferð

Í þessari athugun eru köfnunarefnisoxíð, NO_x , og svifryk, PM_{10} , frá umferð til athugunar. Köfnunarefnisoxíð frá bifreiðum er í upphafi að megninu til sem köfnunarefnismónoxíð, NO , og að einhverju leyti sem NO_2 . NO hvarfast hratt við óson (O_3) í andrúmsloftinu og því hækkar hlutfall NO_2 af NO_x eftir því sem frá líður. Óson og sólarljós eru takmarkandi þættir fyrir breytingu NO í NO_2 í andrúmslofti. Losunarákvæði reglugerðar [2] miða við útblástur NO_x en ákvæði um styrk köfnunarefnisoxíða í andrúmslofti miða við NO_2 [1]. Svifryk frá umferð er oft flokkað í tvo stærðarflokka, $\text{PM}_{2,5}$ (agnir með jafngilt loftfræðilegt þvermál minna en $2,5 \mu\text{m}$, einkum sót frá útblæstri véla, og PM_{10} , agnir minni en $10 \mu\text{m}$, þ.m.t. $\text{PM}_{2,5}$). Grófari hluti PM_{10} , þ.e. sá stærðarhluti sem liggur á bilinu $2,5 - 10 \mu\text{m}$ er einkum kominn frá vegsliti (einnig aðborið jarðvegsryk á götum). Í reglugerð eru ákvæði um styrk PM_{10} í andrúmslofti.

Margir þættir hafa áhrif á losun mengunar frá umferð. Eiginleikar og samsetning bifreiðaflotans, þ.m.t. aldur og tæknistig, lofthiti á athugunarstað, umferðarmagn, ökuhraði og ökulag, ásamt eiginleikum gatna og gatnamóta eru meðal þessara atriða. Þegar svifryk er skoðað sérstaklega koma til viðbótar atriði eins og eiginleikar slitlags vega m.t.t. til slits vegna nagladekkja og hlutfall og eiginleikar nagladekkja í notkun, auk úrkomumagns og úrkomutíðni þann tíma sem nagladekk eru í notkun. Þá má draga úr losun svifryks frá vegum með þrifum eða rykbindingu, en í Noregi hafa t.d. verið gerðar tilraunir með lækkaðan hámarkshraða á nagladekkjatímanum og gjaldtöku fyrir notkun nagladekkja til þess að draga úr svifryki frá umferð [16]. Rannsóknir hafa leitt í ljós að vegslit og myndun svifryks vegna nagladekkja fylgir ökuhraða í öðru veldi en er línulega háð hlutfalli bifreiða á nagladekkjum og hlutfalli þungra bifreiða [15]. Lækkað hlutfall nagladekkjanotkunar í Reykjavík með tilkomu nýrra gerða vetrardekkja s.s. loftbólú og harðkornadekkja er því líklegt til þess að draga úr svifryksmengun í framtíðinni, og á að líkindum sinn þátt í þeirri minnkun svifryks sem mælst hefur undanfarin ár. Þorsteinn Jóhannsson [11], Ylfa Thordarson [12], Sigurður B. Finnsson og Snjólaug Ólafsdóttir [5], Bryndís Skúladóttir o.fl. [13] og Þróstur Þorsteinsson o.fl. [14] hafa fjallað nánar um svifryksmengun í Reykjavík.

Við mat á losun mengunar frá umferð er hægt að nota líkön sem taka mið af þeim fjölmörgu þáttum sem hafa áhrif á losun ólíkra ökutækjaflokka við ólíkar aðstæður og er slíkri aðferð t.d. lýst í heimild nr. [6]. Slíkar aðferðir krefjast yfirgripsmikilla upplýsinga um eiginleika bílaflotans á því svæði sem til

athugunar er. Þá er unnt að nota skilyrði skv. reglugerð um losunarmörk mengunarefna í útblásturslofti bifreiða sem inngangsgildi í losunarlíkan.

2.3.1 Forsendur athugunarinnar

Í þessari athugun er mat á losun frá umferð fengið með bakreikningum á mældum styrk NO_x og PM_{10} í mælistöð á Grensás á árinu 2006 að teknu tilliti til áætlaðs bakgrunnsstyrks þessara efna á svæðinu og mælingum á vindafari við mengunarmælistöð. Þannig var fundin meðallosun á hvern ekinn kílómetra þeirra ökutækja sem óku um svæðið. Hafa ber í huga að þessi aðferð skilar meðallosun ökutækja sem fara um gatnamótasvæði, (Miklabraut/ Grensásvegur og Grensásvegur/ Fellsmúli/ Skeifan), og því má ætla að losun hvers ökutækis á ekna vegalengd sé hærri en þegar ekið er óhindrað, sérstaklega fyrir köfnunarefnisoxíð.

Til þess að meta NO_2 mengun vegna umferðar var ársmeðalstyrkur NO_x reiknaður með Gauss líkani og þeim gildum síðan varpað yfir í ársmeðalstyrk NO_2 og klukkustundargildi 98 % líkinda fyrir NO_2 skv. aðferð sem skýrð er í kafla 2.5.1. Fyrir mat á svifryksmengun var ársmeðalstyrkur PM_{10} reiknaður og þeim gildum varpað yfir í styrkgildi 98% líkinda skv. aðferð í kafla 2.5.2.

Ársmeðaltöl og 98 % líkindagildi frá Grensás eru sýnd í töflunni hér að neðan. Mælingum á loftmengun í Reykjavík eru gerð skil í skýrslum Umhverfissviðs Reykjavíkur (nú Umhverfis- og samgöngusvið), sjá heimildir [7], [8], [9] og [10].

Tafla 1. Mæld meðaltalsgildi og 98 % líkindagildi frá Grensás árin 2004 til 2006. Fyrir NO_2 þýðir 98 % gildið að í 175 skipti hefur einnar klst. meðalstyrkur mælst hærri og fyrir PM_{10} að 7 sinnum hefur sólarhringsmeðalstyrkur mælst hærri.

| | NO_x Ársmeðaltal $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | NO_2 Ársmeðaltal $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 1 klst. 98 % líkindi $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | PM_{10} Ársmeðaltal $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 klst. 98 % líkindi $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------|--|--|---|---|--|
| 2004 | 64,3 | 26,5 | 89,4 | 22,8 | 85,6 |
| 2005 | 61,2 | 21,8 | 68,7 | 22,3 | 97,8 |
| 2006 | 43,6 | 25,5 | 83,6 | 24,6 | 132,2 |

Á Grensásvegi var bakgrunnsgildi við kvörðun líkans fyrir svifryk hér áætlað $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en skv. heimild [5] er bakgrunnsgildi svifryks PM_{10} talið vera á bilinu $5 - 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í Reykjavík. Bakgrunnsgildi NO_x var áætlað $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, með hliðsjón af því að ársmeðalgildi NO_2 á mælistöð í Fjölskyldu- og húsdýragarðinum í Reykjavík er í kringum 8. Áður hefur bakgrunnsgildi fyrir útreikninga á NO_2 í Reykjavík verið áætlað $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [17]. Við kvörðunina er litið svo á að bakgrunnsgildið innihaldi náttúrulegan bakgrunn auk aðborinna efna vegna umferðar á nálægum götum. Af þessum sökum er talið rétt að nota bakgrunnsgildi á svæði framkvæmdarinnar sem tekur mið af því að minna af mengun berst frá annarri umferð þar í nágrenninu en á Grensás. Bakgrunnsgildi við útreikninga á loftmengun vegna framkvæmdarinnar er því hér ákveðið 70 % af þeim bakgrunnsgildum sem notuð voru við kvörðun líkans á Grensás, eða $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fyrir NO_2 og $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fyrir svifryk PM_{10} .

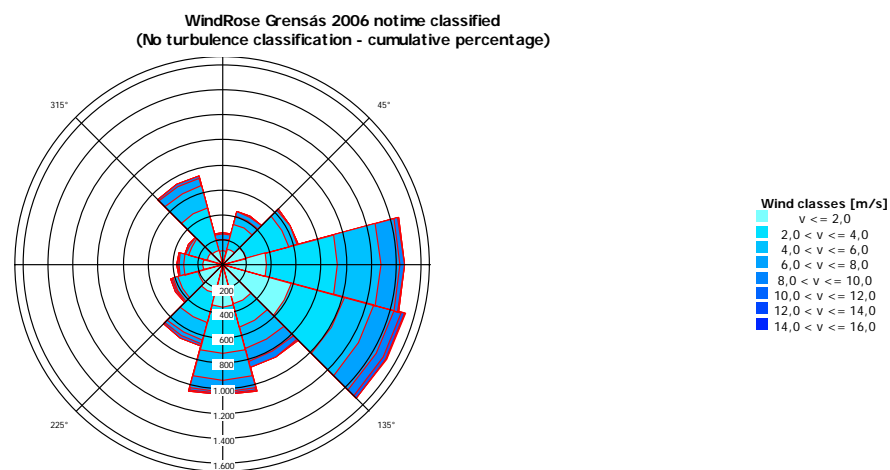
Við kvörðun á líkani á Grensás fengust meðallosunargildi umferðar yfir árið eftirfarandi: Svifryk PM_{10} , losun $0,39 \text{ g}/\text{km}$ á ökutæki og köfnunarefnisoxíð NO_x $0,89 \text{ g}/\text{km}$ á ökutæki. Með því að nota þessi

gildi á svæði framkvæmdarinnar er því gert ráð fyrir sömu losunarskilyrðum þar. Ætla má að þetta sé nokkuð ofmat, sérstaklega fyrir köfnunarefnisoxíð, með hliðsjón af því að reiknað er með að umferð gangi nokkuð greiðar fyrir sig á svæði framkvæmdarinnar en á Grensás.

Í Noregi hefur verið unnið að losunarlíkani fyrir PM₁₀ frá vegumferð á þurrum dögum sem tekur mið af áhrifum nagladekkja og þungaumferð. Líkanið hefur ekki verið kvarðað fyrir Reykjavík, en prófanir á gildum fyrir Osló og Stokkhólm sýna að þetta losunargildi er ekki fjarri lagi.

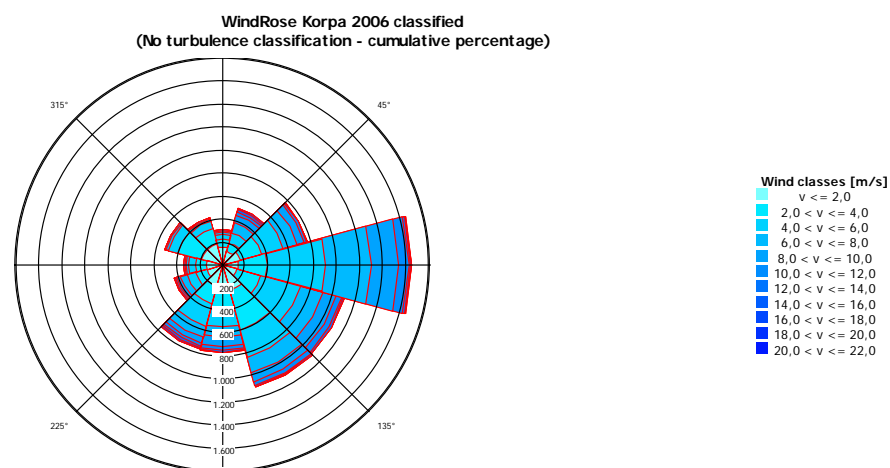
2.4 Veðurfarslegar forsendur

Veðurgögn fyrir kvörðun reiknilíkans á Grensás voru fengin úr veðurstöð mengunarmælistöðvarinnar þar fyrir árið 2006. Mæliröð ársins var flokkuð í 12 vindáttir með 30° skiptingu og vindhraði flokkaður á 2 m/s bilum. Við kvörðun og útreikninga vegna framkvæmdarinnar er gert ráð fyrir hlutlausu andrúmslofti (e. neutral stability).



Mynd 2.1. Vindrós veðurstöðvar loftmengunarmælistöðvar á Grensás fyrir árið 2006. Ásar tilgreina fjölda klukkustunda innan ársins sem ástand varir og litatónar tilgreina vindstyrk.

Við útreikninga á loftdreifingu vegna framkvæmdarinnar var stuðst við mæliröð frá árinu 2006 úr veðurstöð Veðurstofu Íslands (VÍ) við Korpu en hún er staðsett u.þ.b. 900 m NNA við framkvæmdasvæðið. Þar sem kvörðun líkans byggir á mengunar- og veðurmælingum frá Grensás frá árinu 2006 er talið rétt að nota mæliröð sama árs frá Korpu til loftdreifingarreikninganna.



Mynd 2.2. Vindrós veðurstöðvar VÍ við Korpu fyrir árið 2006**2.5 Tíðnidreifing á styrk loftmengunar frá umferð**

Kaflinn byggir á rannsóknum sem gerðar voru fyrir þýska umhverfissráðuneytið (Umweltbundesamt) og nánar er lýst í heimild nr. [3].

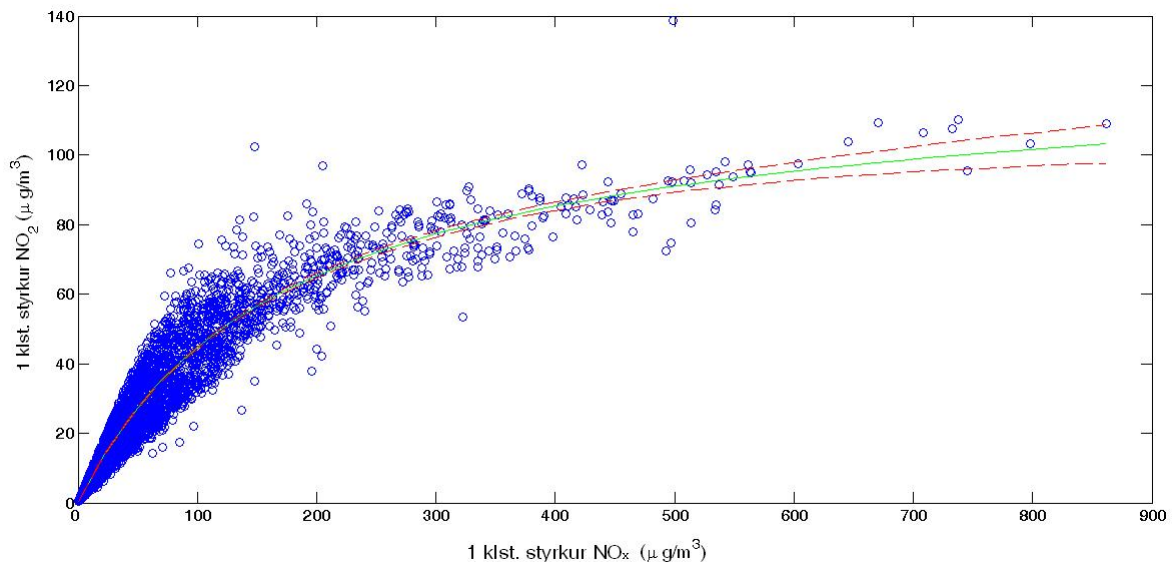
2.5.1 Samband tíðnidreifinga fyrir styrk NO_x og NO₂

Rannsóknir sýna að unnt er að finna samband milli klukkustundargilda NO_x og NO₂. Þessu sambandi má lýsa með jöfnunni:

$$NO_2 = \frac{A \cdot NO_x}{B + NO_x} + C \cdot NO_x$$

Jafna 1

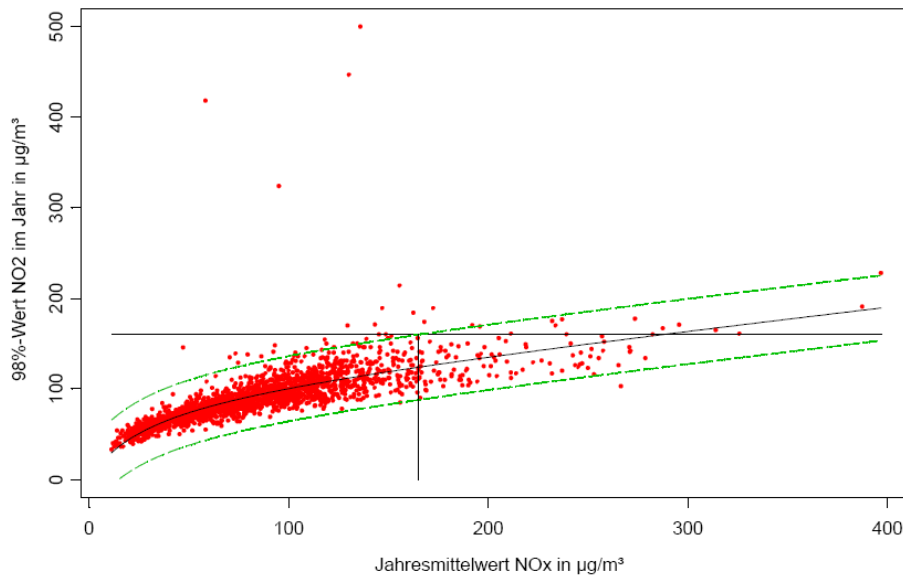
Mynd 2.3 sýnir að sambandi klukkustundargilda NO_x og NO₂ árið 2006 á Grensásvegi má vel lýsa með þessari jöfnu, en aðhvarfsgreining mæligagna gefur stuðlana: A = 118,1; B = 167,0 og C = 0,005.

**Mynd 2.3. Samband klukkustundargilda NO_x (á láréttum ás) og NO₂ (lóðréttum ás) frá Grensásvegi 2006.**

Sömu jöfnu, með tilheyrandi stuðlum, má nota til þess að lýsa sambandi ársmeðaltals NO_x og valinna þröskulda í tíðnidreifingu NO₂ klukkustundargilda. Þannig er 98 % gildi í tíðnidreifingu NO₂ klukkustundargilda háð ársmeðaltali NO_x fyrir safn þéttbýlismælinga í Þýskalandi skv. jöfnu 1 með stuðlum í töflunni hér að neðan.

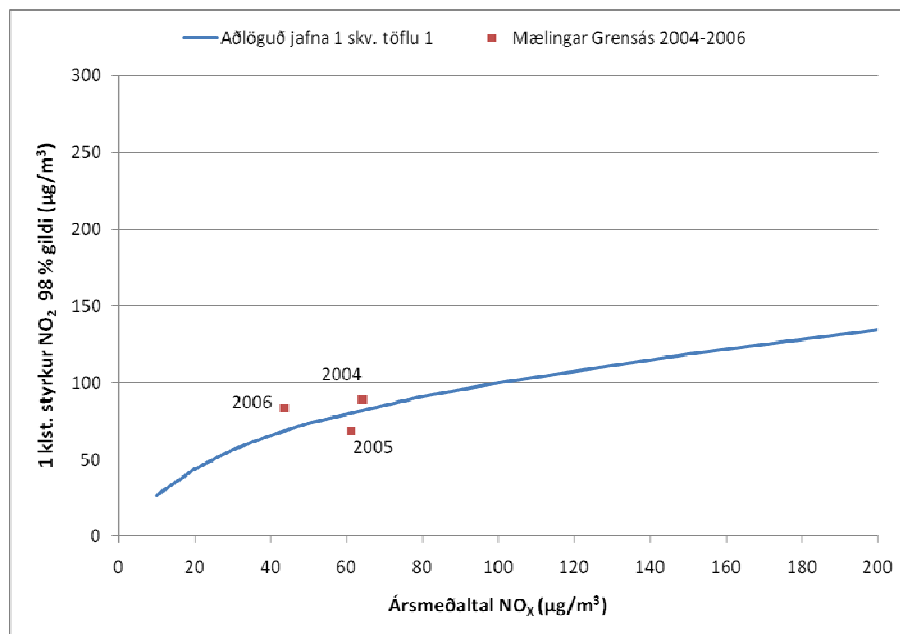
Tafla 2. Stuðlar fyrir aðlögun jöfnu 1 að sambandi 98 % líkindagildi klukkustundarmeðaltals NO₂ og ársmeðaltals NO_x fyrir þéttbýlistöðvar í Þýskalandi.

| Stuðlar | A | B | C | Staðalfrávik aðhvarfsgreiningar |
|---------|--------|---------|---------|------------------------------------|
| Gildi | 98,641 | 30,4279 | 0,24624 | 18,3853 |



Mynd 2.4 Aðlögun jöfnu 1 að sambandi 98 % líkindagildi klukkustundarmeðaltals NO_2 og ársmeðaltals NO_x fyrir þéttbýlisstöðvar í Þýskalandi. Grænu strikalínurnar sýna 95% öryggismörk. (Stuðlar: Tafla 2)

Nú er hlutfall NO_2 af NO_x háð staðbundnum skilyrðum ummyndunar NO yfir í NO_2 , svo sem styrk ósons við yfirborð jarðar og geislun, og því engan veginn sjálfgefið að sömu stuðlar gildi í Reykjavík. Ferill sem Jafna 1 lýsir með stuðlum úr töflunni (Tafla 2) er sýndur á næstu mynd, ásamt mæligildum frá Grensás fyrir árin 2004 – 2006. Af myndinni má ráða að þessir stuðlar lýsi sambandinu vel fyrir aðstæður á Grensás, a.m.k. á því styrksviði NO_x og NO_2 sem til athugunar er.

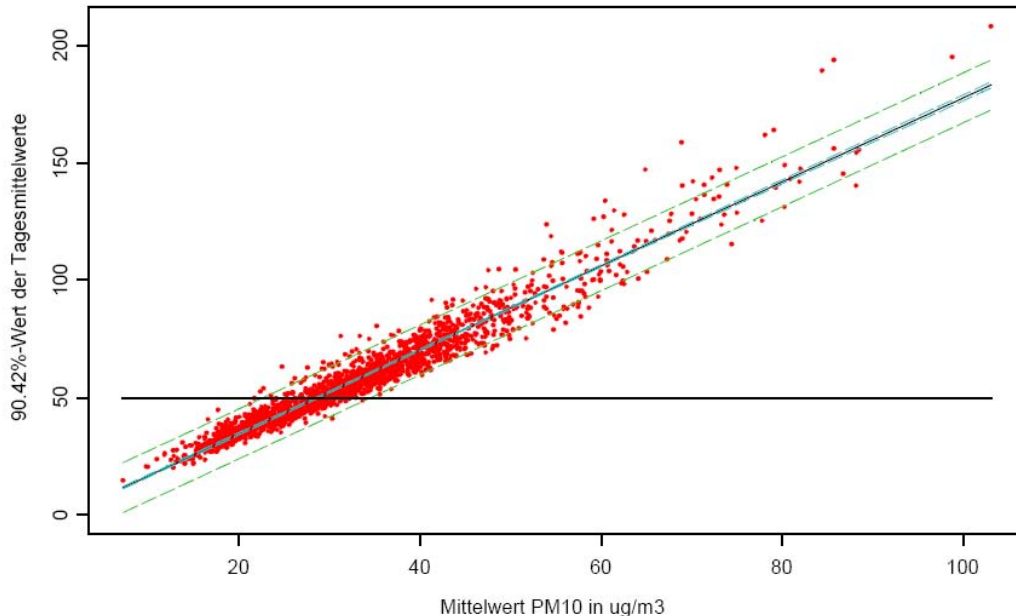


Mynd 2.5. Ferill jöfnu 1 með stuðulgildum fyrir mælingar í þéttbýli í Þýskalandi ásamt mæligildum frá Grensás.

Nú liggur ekki fyrir greining á óvissumörkum fyrir samband mælinga á Grensási þar sem einingis þrjú mæligildi eru tekin fyrir. Hins vegar bendir þessi niðurstaða til þess að réttlætanlegt er að nota jöfnu 1 með stuðlum til þess að varpa reiknuðum gildum fyrir ársmeðalstyrk NO_x yfir í 98 % líkindagildi klukkustundarstyrks NO_2 í Reykjavík.

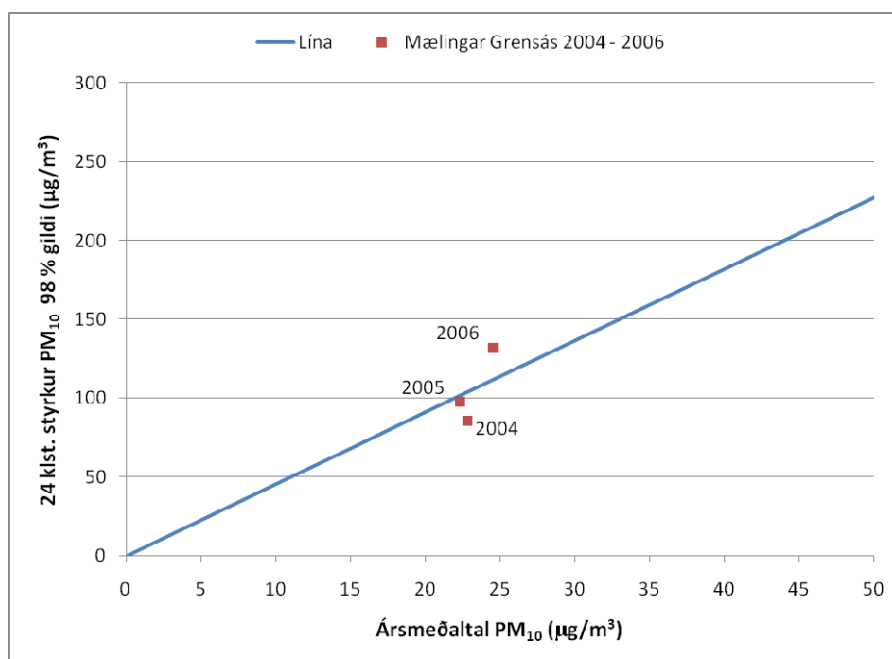
2.5.2 Tíðnidreifing á styrk svifryks PM_{10}

Á svipaðan hátt og lýst er hér að ofan má finna samband milli ársmeðalgilda PM_{10} og valinna þrepa í tíðnidreifingu sólarhringsgilda PM_{10} . Þetta samband er hins vegar línulegt. Heimild [3] gefur upp samband fyrir 90,42 % PM_{10} sólarhringsgildi (það styrkgildi sem 35 sólarhringar mælast hærra en) og ársmeðaltal PM_{10} . Þetta er sýnt á næstu mynd, fyrir mælingar í þéttbýli í Þýskalandi.



Mynd 2.6. Línulegt samband ársmeðalgildis PM_{10} og sólarhringsmeðaltals með 90,42 % líkindi (m.v. 35 daga sem fara yfir mælt gildi).

Að því gefnu að línulegt samband ríki milli ársmeðaltala PM_{10} og tíðnidreifingu klukkustundargilda á Grensás má með aðstoð mæligagna þaðan finna þetta samband. Þetta samband var hér fundið fyrir ársmeðaltal PM_{10} og sólarhringsmeðaltal PM_{10} með 98 % líkindi (það gildi sem 7 sólarhringar mælast hærra en) með aðstoð mælinga frá Grensás á árunum 2004-2006. Útbúið var línulegt samband með skurðpunkt í gegnum núllpunktinn á grundvelli mæliganga í töflu hér að ofan (Tafla 1). Hlutfallið milli 98 % gildisins og ársmeðalgildisins í töflunni er á bilinu 3,8 til 5,37. Við mat á 98% gildi vegna framkvæmdarinnar er hér valið að nota stuðulinn 4,55, sem fékkst með línulegri aðhvarfsgreiningu með skurðpunkt gegnum 0,0.



Mynd 2.7. Mælingar á Grensás 2004 – 2006 ásamt áætlaðri línu með hallatölu 4,55 fyrir samband ársmeðaltals PM₁₀ og sólahringsmeðaltals PM₁₀ með 98 % líkindi.

Hafa ber í huga að einhver hinna 7 hæstu sólahringsmeðalgilda svifryks á hverju ári innihalda áhrif frá náttúratburðum, svo sem austlægum stormum sem í þurrkatíð á snjólausri jörð bera með sér mikið magn jarðvegsryks yfir borgina. Reglugerð gefur ekki heimild til þess að leiðrétta mæliraðir m.t.t. slíkra atburða, og því verður hágildismat vegna svifryks frá umferð einnig að innihalda áhrif þessara atburða.

3 Niðurstöður

Niðurstöður útreikninga er rétt að skoða í samhengi við kvörðunaraðferð og með hliðsjón af myndum af niðurstöðum útreikninga við Grensás (Viðauki B). Hafa ber í huga að losunartölur umferðar sem stuðst er við eru líklegar til þess að leiða frekar til ofmats á mengun af völdum köfnunarefnisdíoxíðs vegna framkvæmdarinnar. Rétt er í þessu samhengi að benda á að umferð á Miklubraut við Grensásveg árið 2006, sem notuð var við kvörðun líkans var um 50 þúsund bílar á sólarhring og umferð um Grensásveg var um 25 þúsund bílar.

3.1 Köfnunarefnisdíoxíð NO₂

Niðurstöður fyrir útreikning á ársmeðalgildi NO₂ árið 2024 á gatnamótum Hallsvegur og Víkurvegur eru ekki fjarri þeim gildum sem reiknuð voru fyrir mat á umhverfisáhrifum Hallsvegur milli Fjallkonuvegar og Víkurvegur af VST árið 2000 [17]. Í því mati er gert ráð fyrir nokkuð meiri umferð en við núverandi framkvæmd, og hærri gildi í núverandi útreikningum endurspegla því það sem áður var greint frá, að aðferðin sem hér er notuð leiðir frekar til ofmats á reiknaðri mengun vegna framkvæmdarinnar. Hér skal þó bent á að slíkt ofmat hefur lítil áhrif á samanburð milli áhrifa framkvæmdarinnar og núllkosta sem sýnt er á kortum í viðauka A.

Styrkur köfnunarefnisdíoxíðs, NO₂, reiknast undir heilsuverndarmörkum fyrir alla kosti sem til skoðunar eru.

3.2 Svifryk PM_{10}

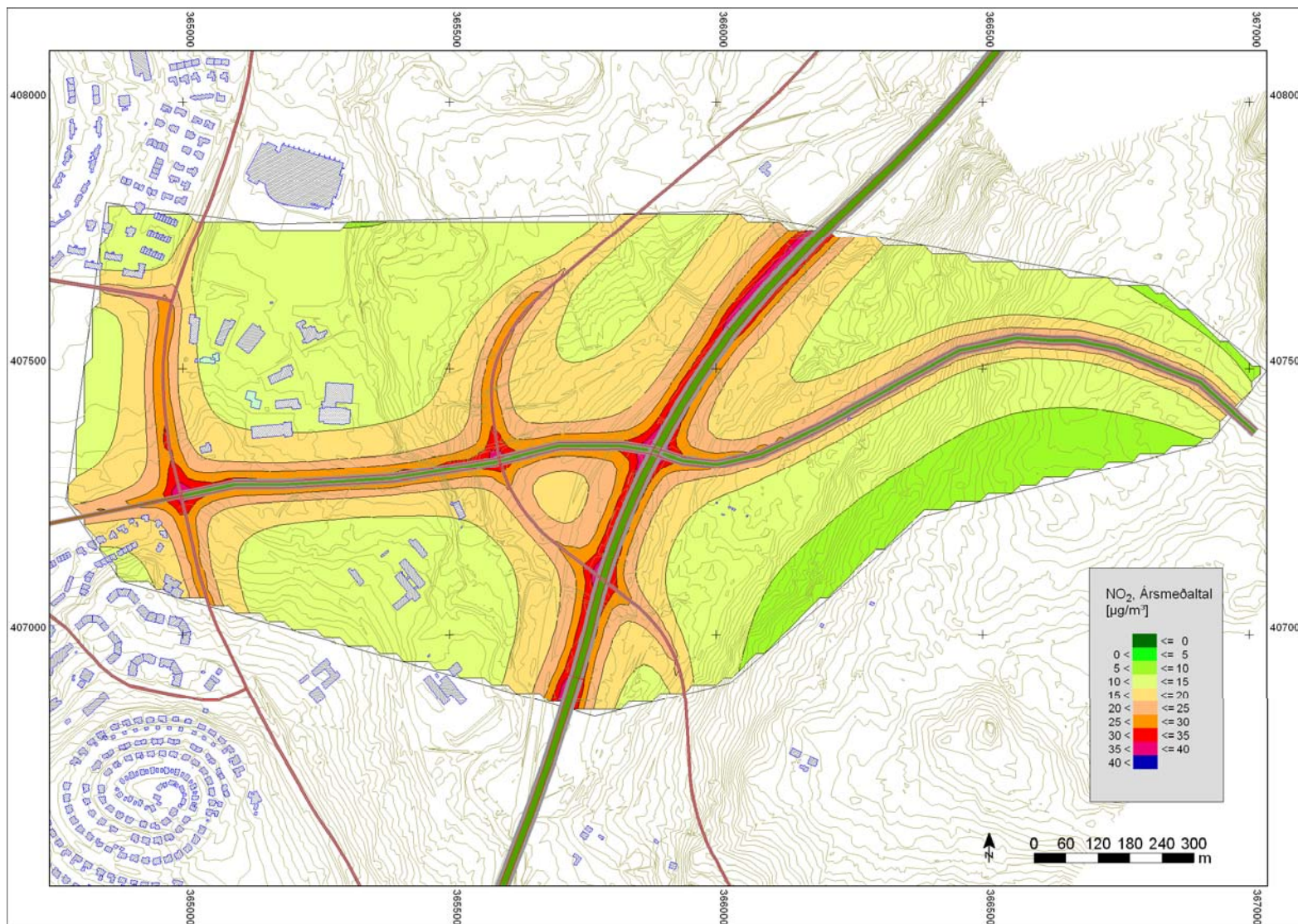
Skv. útreikningum er styrkur svifryks við byggð á framkvæmdarsvæði nú þegar (núverandi ástand, Mynd A.11 og Mynd A.12) á mörkum þess að vera yfir heilsuverndarmörkum sem taka gildi árið 2010. Þetta endurspeglar mælingar frá Grensás sem sýna að styrkur svifryks í Reykjavík mælist hár. Mismunur á áhrifum framkvæmdar og núllkosta kemur fram á Mynd A.15 og Mynd A.16.

Heimildir

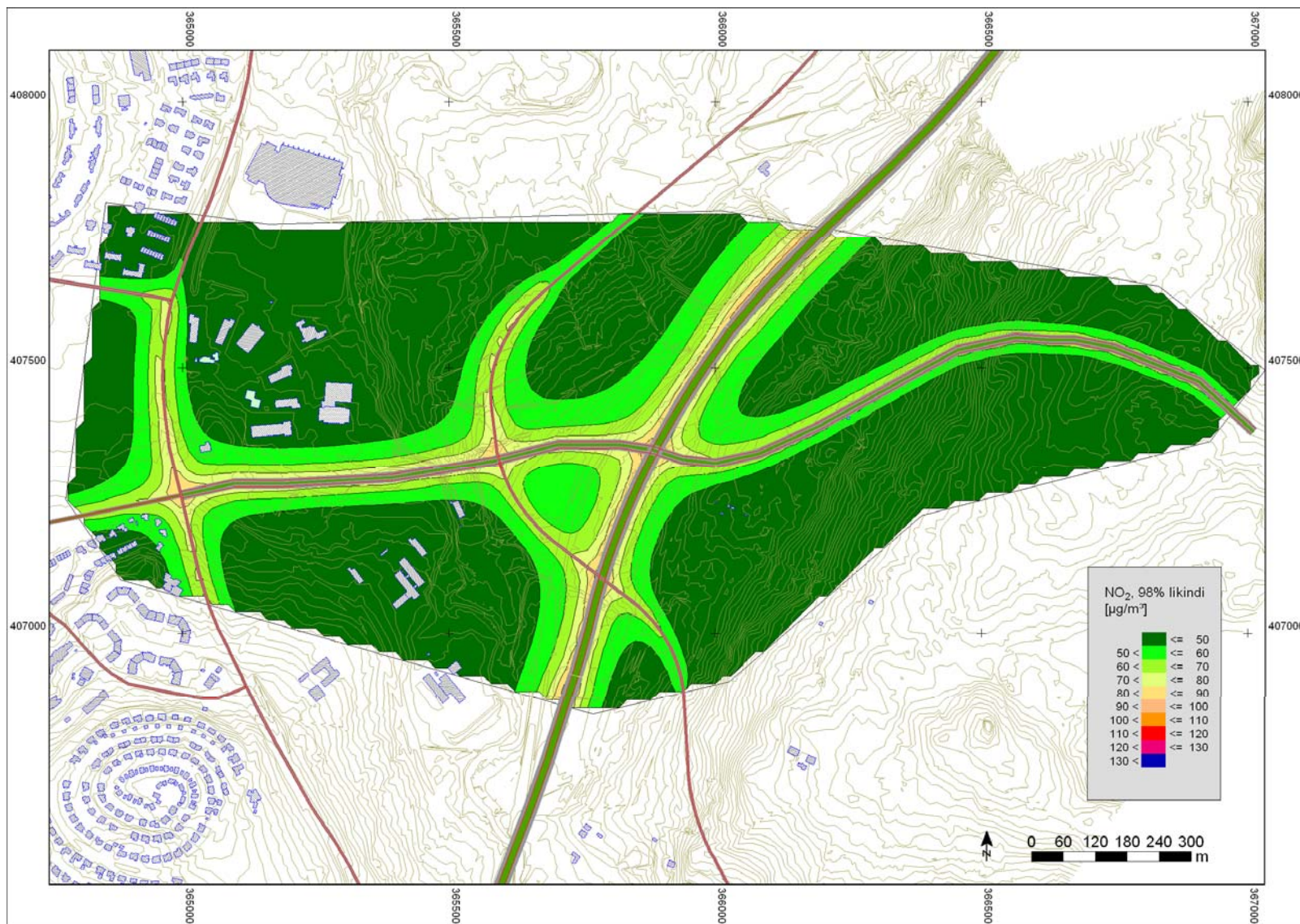
- [1] Umhverfisráðuneytið, 2002. Reglugerð um brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svifryk og blý í andrúmsloftinu og upplýsingar til almennings (nr. 251/2002).
- [2] Umhverfisráðuneytið, 1999. Reglugerð um varnir gegn loftmengun af völdum hreyfanlegra uppsprettna (nr. 788/1999.)
- [3] IVU Umwelt GmgH, 2002. Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz. Anwendung, 3. Teilbericht. Skýrsla til Umweltbundesamt II 6.4, Berlin.
- [4] Tønnesen, D. 2000. Programdokumentasjon VLUFT versjon 4.4. NILU TR7/2000. ISBN 82-425-1185-3.
- [5] Sigurður B. Finnsson og Snjólaug Ólafsdóttir, 2006. Svifreyksmengun í Reykjavík árin 1995-2005. Umhverfisstofnun og Umhverfissvið Reykjavíkur. vefútgáfa UST-2006:03. Endurgerð í janúar 2007.
- [6] Statens Forurensningstilsyn, 1999. Utslipp fra veitrafikk i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater. SFT skýrsla 99:04.
- [7] Anna rósa Böðvarsdóttir. Mælingar á loftmengandi efnum í Reykjavík 2003. Umhverfissvið Reykjavíkur.
- [8] Anna rósa Böðvarsdóttir, 2006. Mælingar á loftmengandi efnum í Reykjavík 2004. Umhverfissvið Reykjavíkur.
- [9] Anna rósa Böðvarsdóttir, 2006. Mælingar á loftmengandi efnum í Reykjavík 2005. Umhverfissvið Reykjavíkur.
- [10] Anna rósa Böðvarsdóttir, 2007. Mælingar á loftmengandi efnum í Reykjavík 2006. Umhverfissvið Reykjavíkur.
- [11] Þorsteinn Jóhannsson, 2007. Svifryksmengun í Reykjavík. M.Sc. ritgerð í umhverfisfræði. Umhverfis- og byggingarverkfræðiskor, Verkfræðideild Háskóla Íslands.
- [12] Ylfa Thordarson, 2000. Magn og uppspretta svifryks. Rannsókn á loftmengun í Reykjavík. Línuhönnun, Reykjavík.
- [13] Skúladóttir, B.; Thorlacius, A.; Larsen, S.; Bjarnason, G.G. and Þórðarson, H., 2003. Method for determining the composition of airborne particle pollution. Composition of particle air pollution in Reykjavik. Final Report. ITÍ0313/HTD13, Reykjavík.
- [14] Þröstur Þorsteinsson, Anna Rósa Böðvarsdóttir og Sigurður B. Finnsson, 2007. Tengsl umferðar við styrk svifryks. Erindi á Rannsóknarráðstefnu Vegagerðarinnar, 2. nóvember 2007.
- [15] Tønnesen, D., 2005. Emission model for roadside emissions of PM₁₀. Presented at The 5th Urban Air Quality Conference in Valencia, 29-31 March 2005.

- [16] Asplan Viak og NILU, 2007. Luftforurensningssituasjonen på Alnabru. Analyser av kilder og kildebidrag. Rapport for Samferdslelsetaten, Oslo.
- [17] VST, 2000. Hallsvegur frá Fjallkonuvegi að Víkurvegi. Útreikningar á dreifingu loftmengunar. Mars 2000, fylgiskjal nr. 17 með matskýrslu.
- [18] Vatnaskil, 2001. Tvöföldun Reykjanesbrautar frá Fífuhammsvegi að Kaplakrika. Útreikningar á loftmengun. Unnið fyrir verfræðistofuna Hnit.

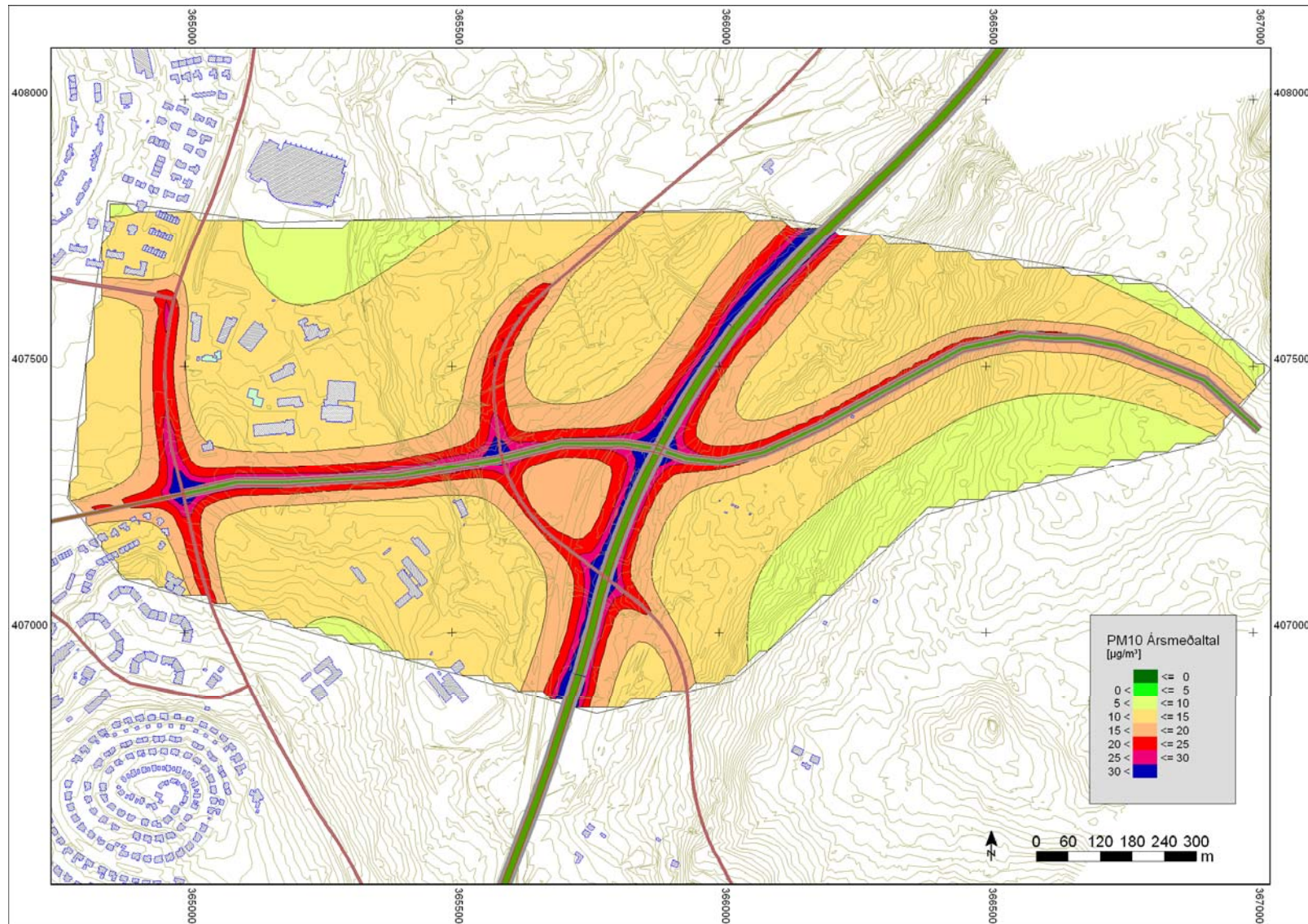
A. Viðauki með niðurstöðum líkanreikninga



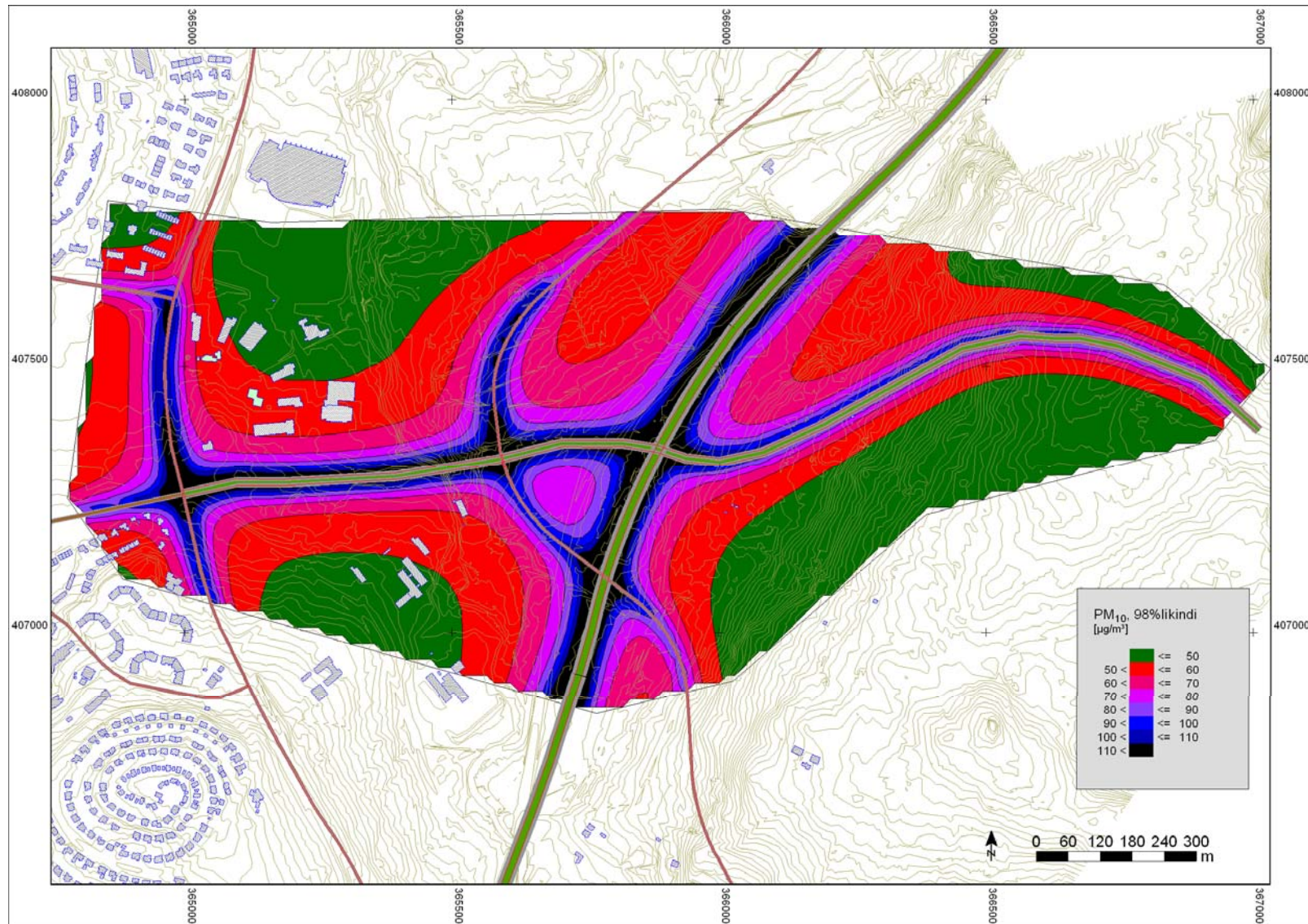
Mynd A.1. Framkvæmd. Köfnunarefnisdíoxíð NO₂. Ársmeðaltal 2024 í µg/m³. Heilsuverndarmörk eru 30 µg/m³.



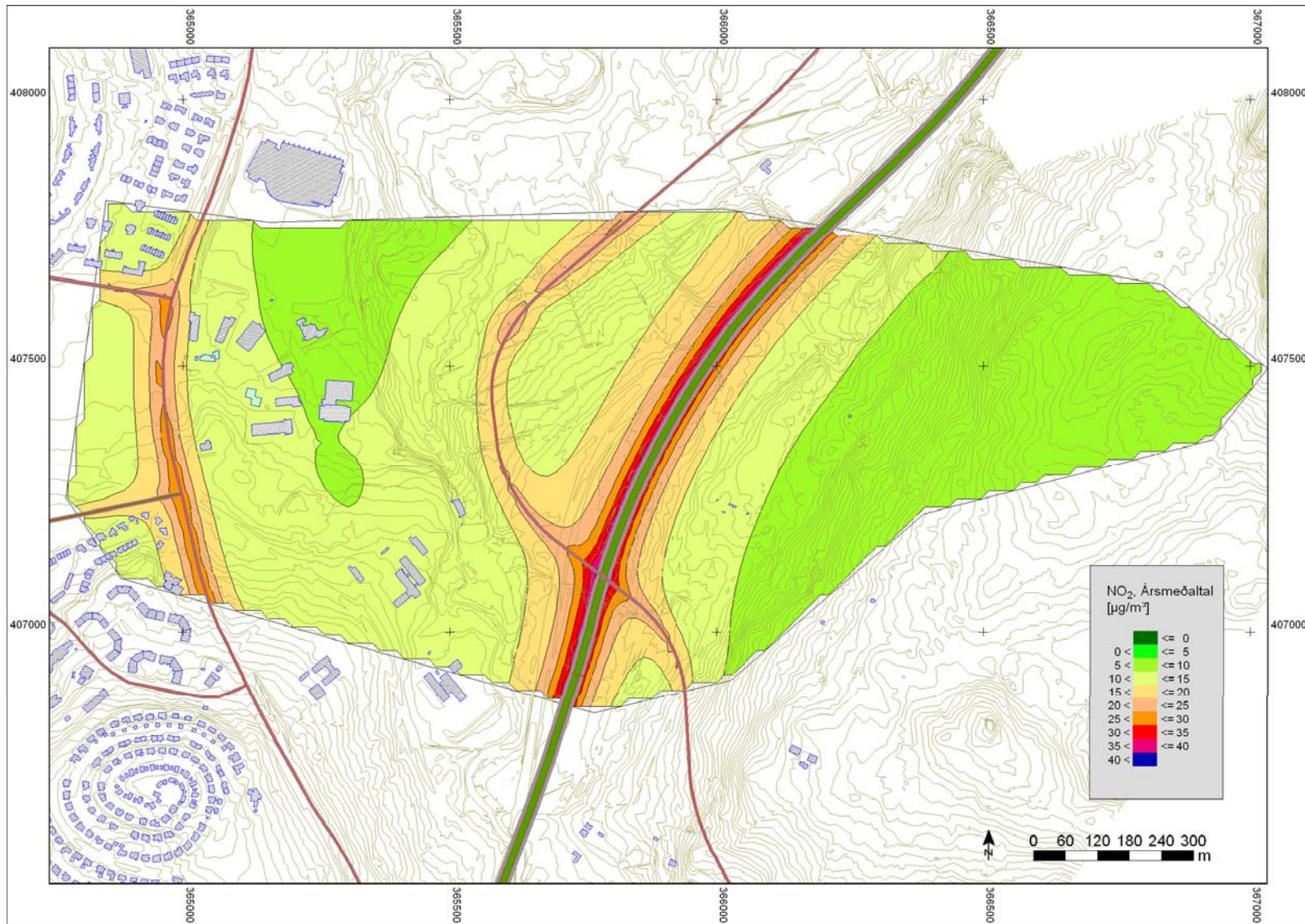
Mynd A.2. Framkvæmd. Köfnunarefnisdíóíð NO₂. Hæsti meðalstyrkur klukkustundar árið 2024 undir 98 % líkindum (175 klst. gætu orðið hærri). Heilsuverndarmörk eru 110 µg/m³.



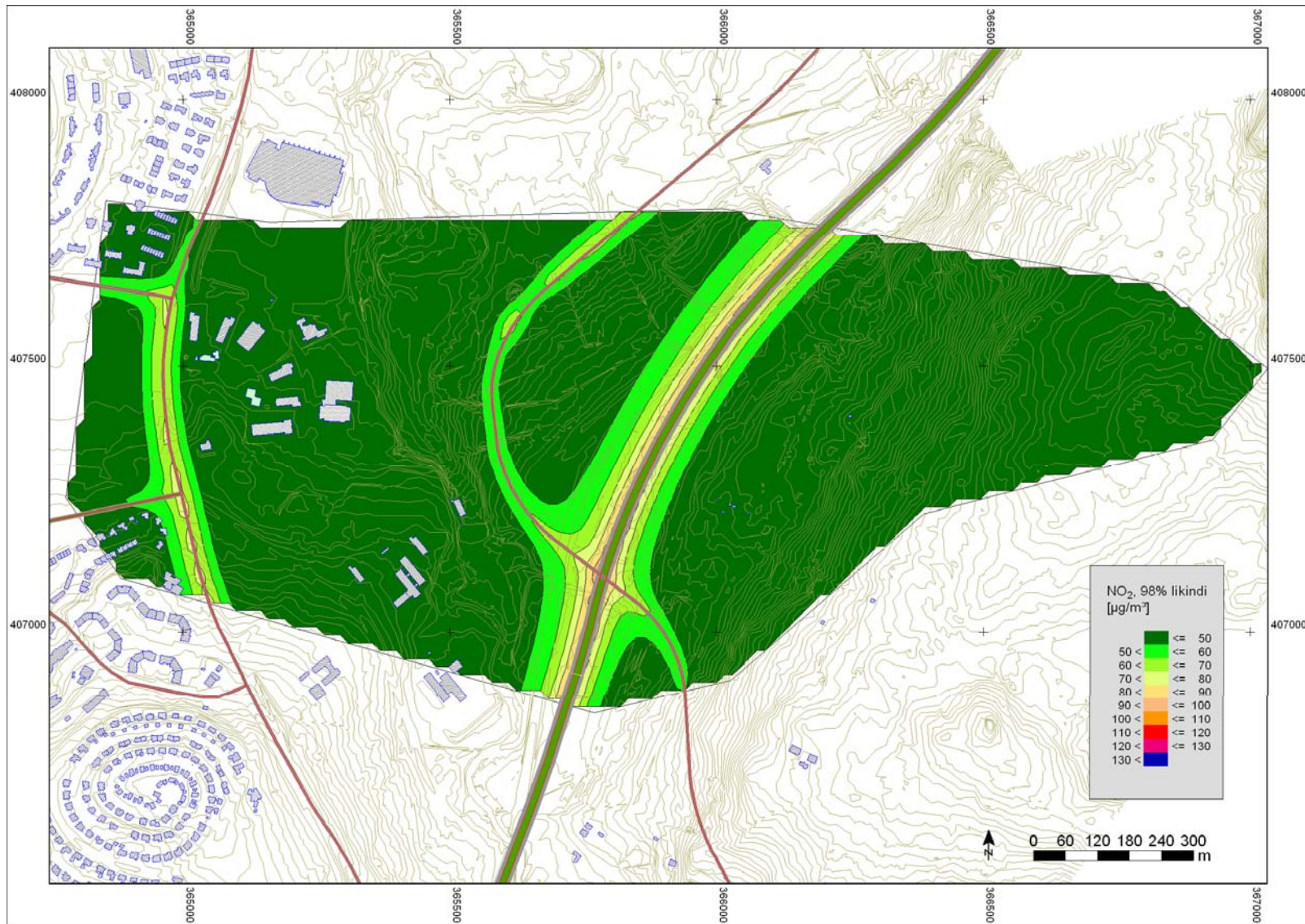
Mynd A.3. Framkvæmd. Svifryk PM_{10} . Ársmeðaltal 2024 í $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Heilsuverndarmörk eru $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



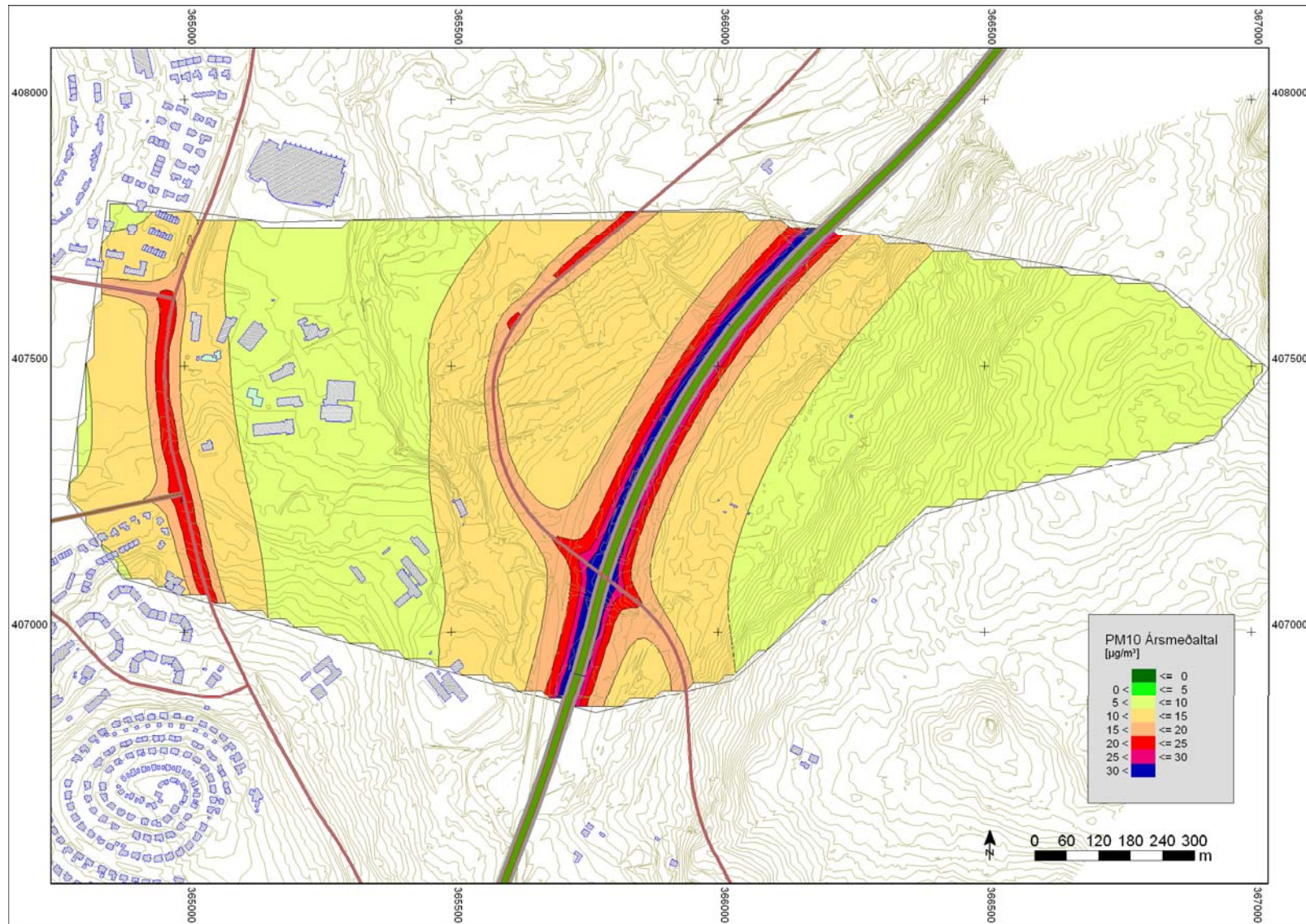
Mynd A.4. Framkvæmd. Svifryk PM_{10} . Hæsti meðalstyrkur sólarhrings árið 2024 undir 98 % líkindum (7 sólarhringar gætu orðið hærr). Leiðbeinandi heilsuverndarmörk eru $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



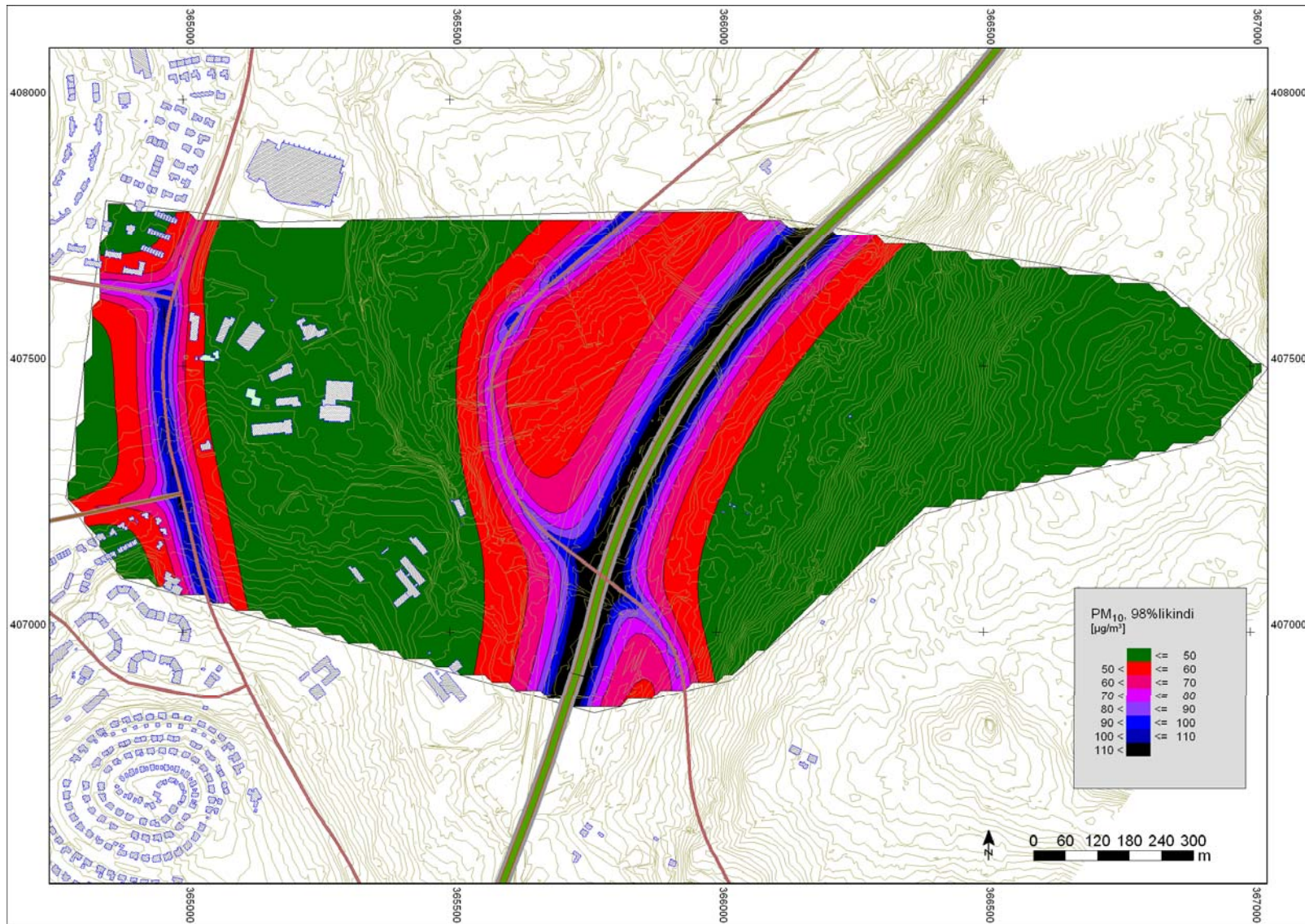
Mynd A.5. Núllkostur (árið 2024). Köfnunarefnisdíoxíð NO₂. Ársmeðaltal 2024 í µg/m³. Heilsuverndarmörk eru 30 µg/m³.



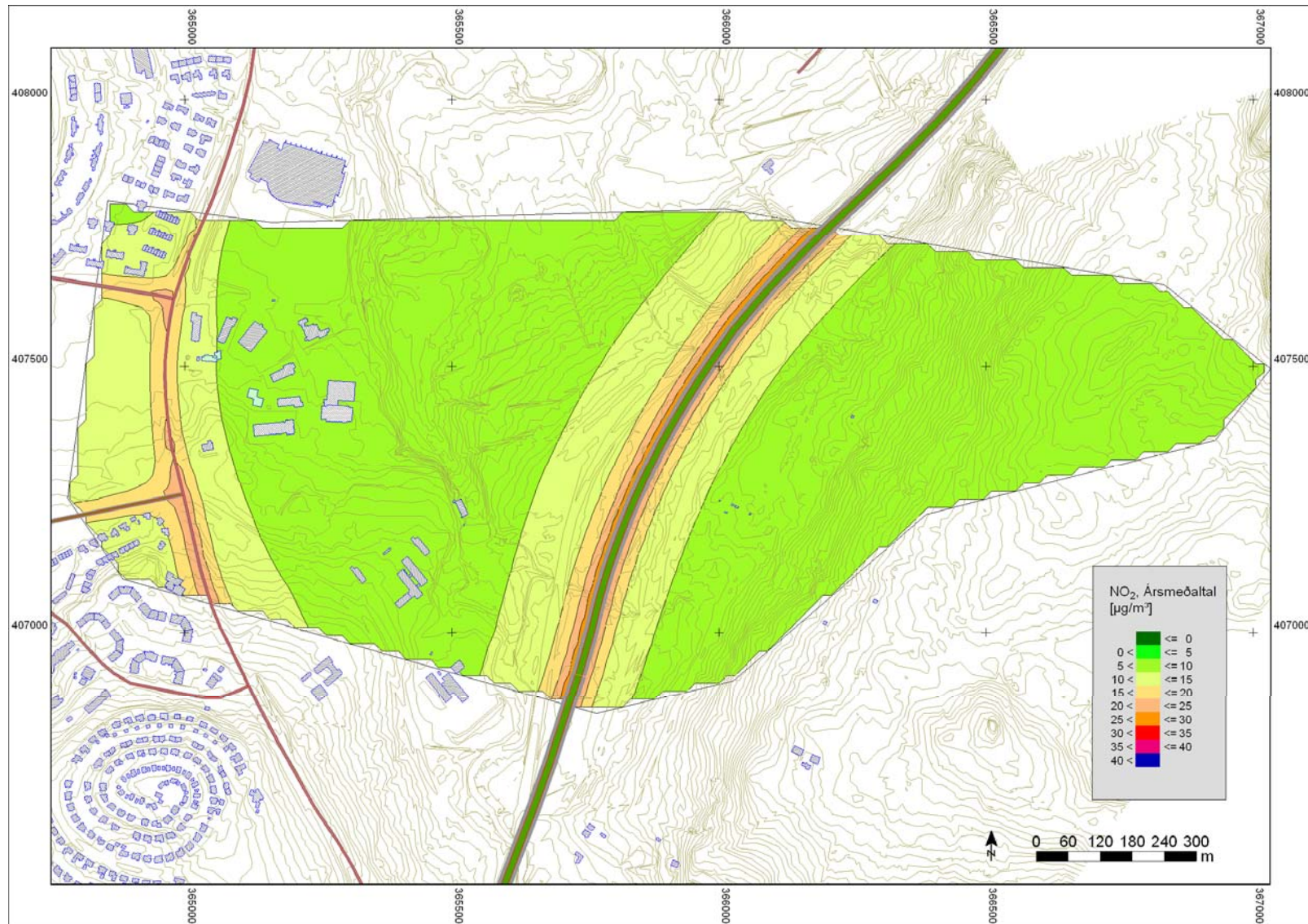
Mynd A.6. Núllkostur. Köfnunarefnisdíoxíð NO₂. Hæsti meðalstyrkur klukkustundar árið 2024 undir 98 % líkindum (175 klst. gætu orðið hærri). Heilsuverndarmörk eru 110 µg/m³.



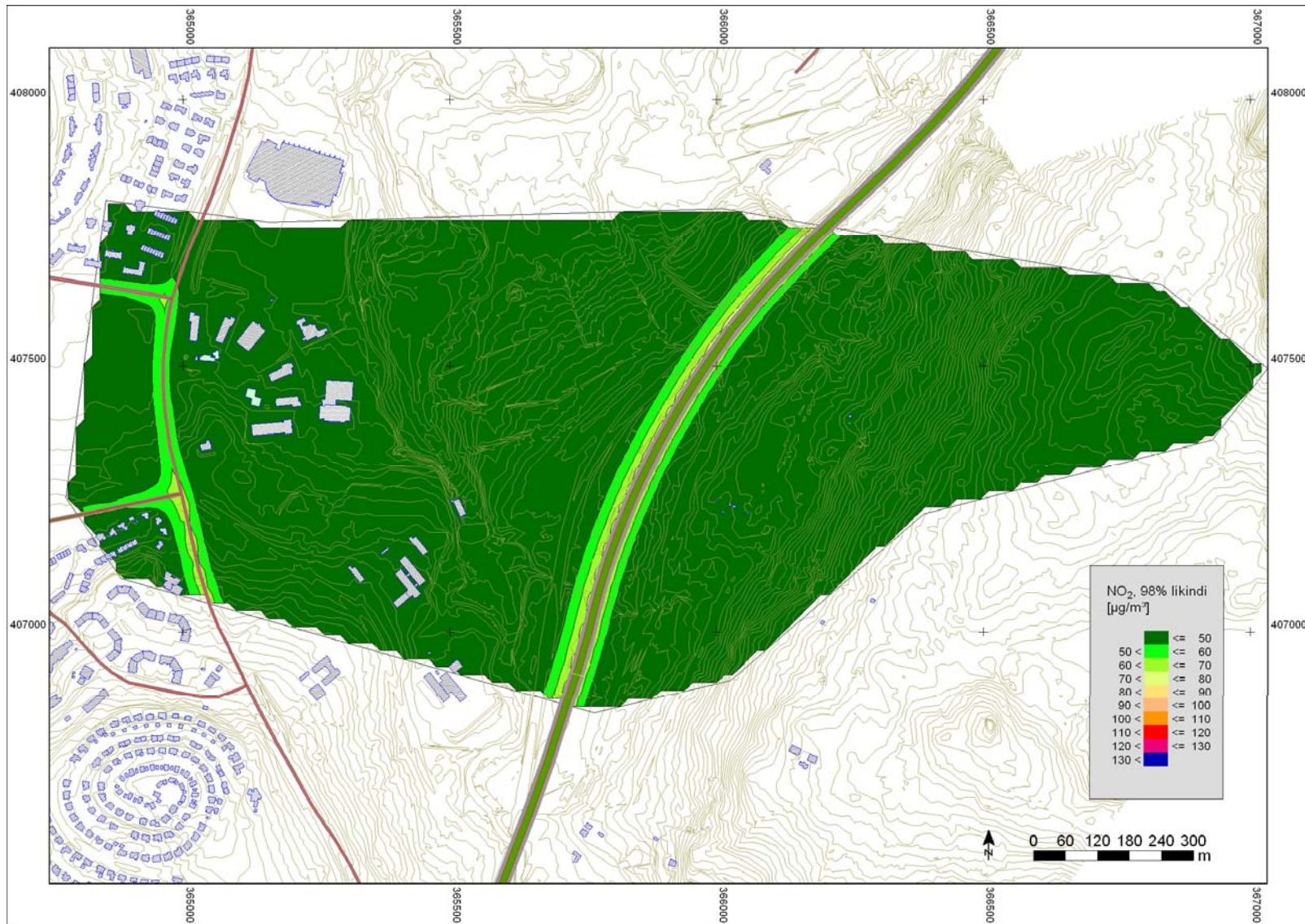
Mynd A.7. Núllkostur. Svifryk PM_{10} . Ársmeðaltal 2024 í $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Heilsuverndarmörk eru $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



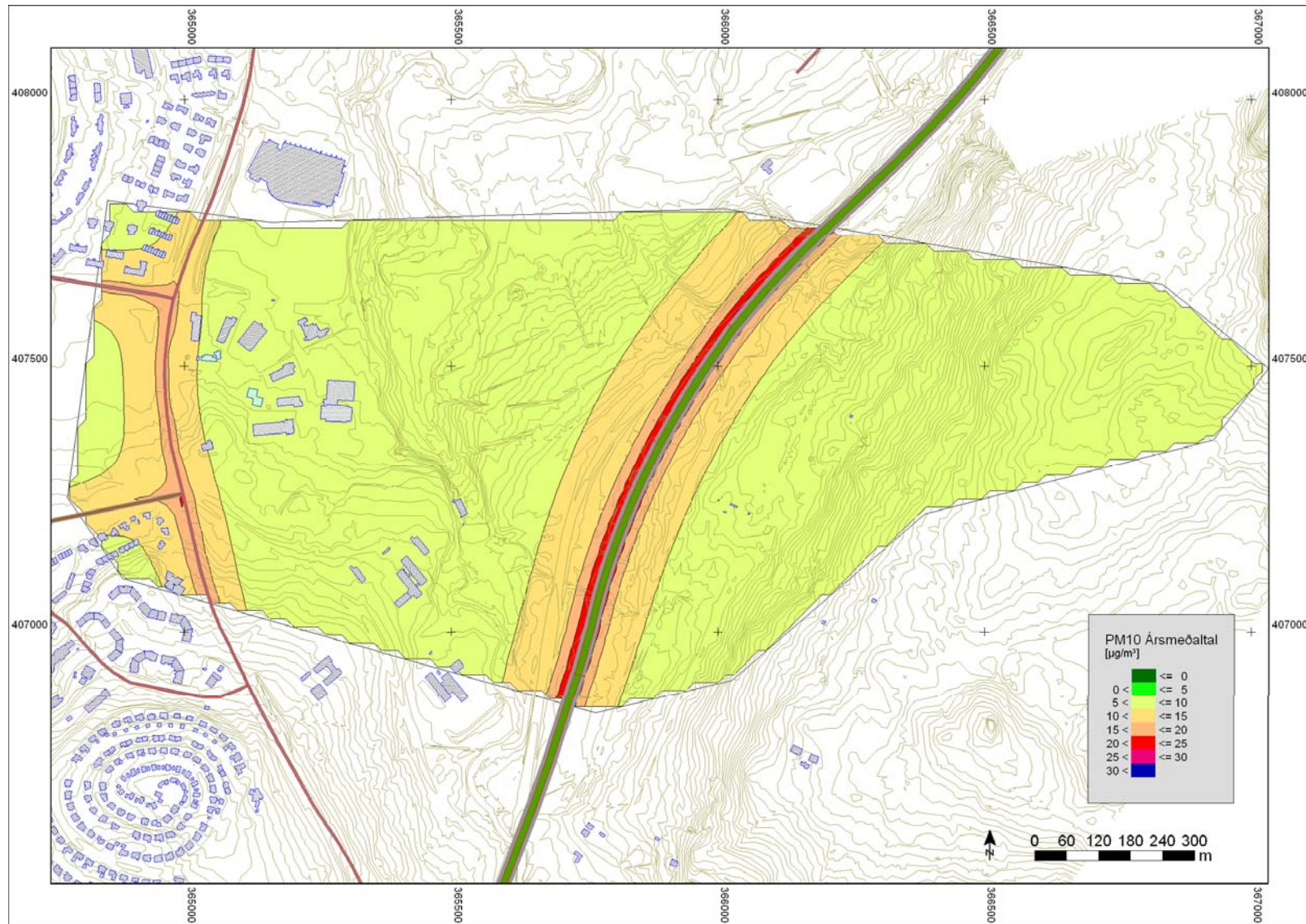
Mynd A.8. Núllkostur. Svifryk PM₁₀. Hæsti meðalstyrkur sólarhrings árið 2024 undir 98 % líkindum (7 sólarhringar gætu orðið hærri). Leiðbeinandi heilsuverndarmörk eru 50 µg/m³.



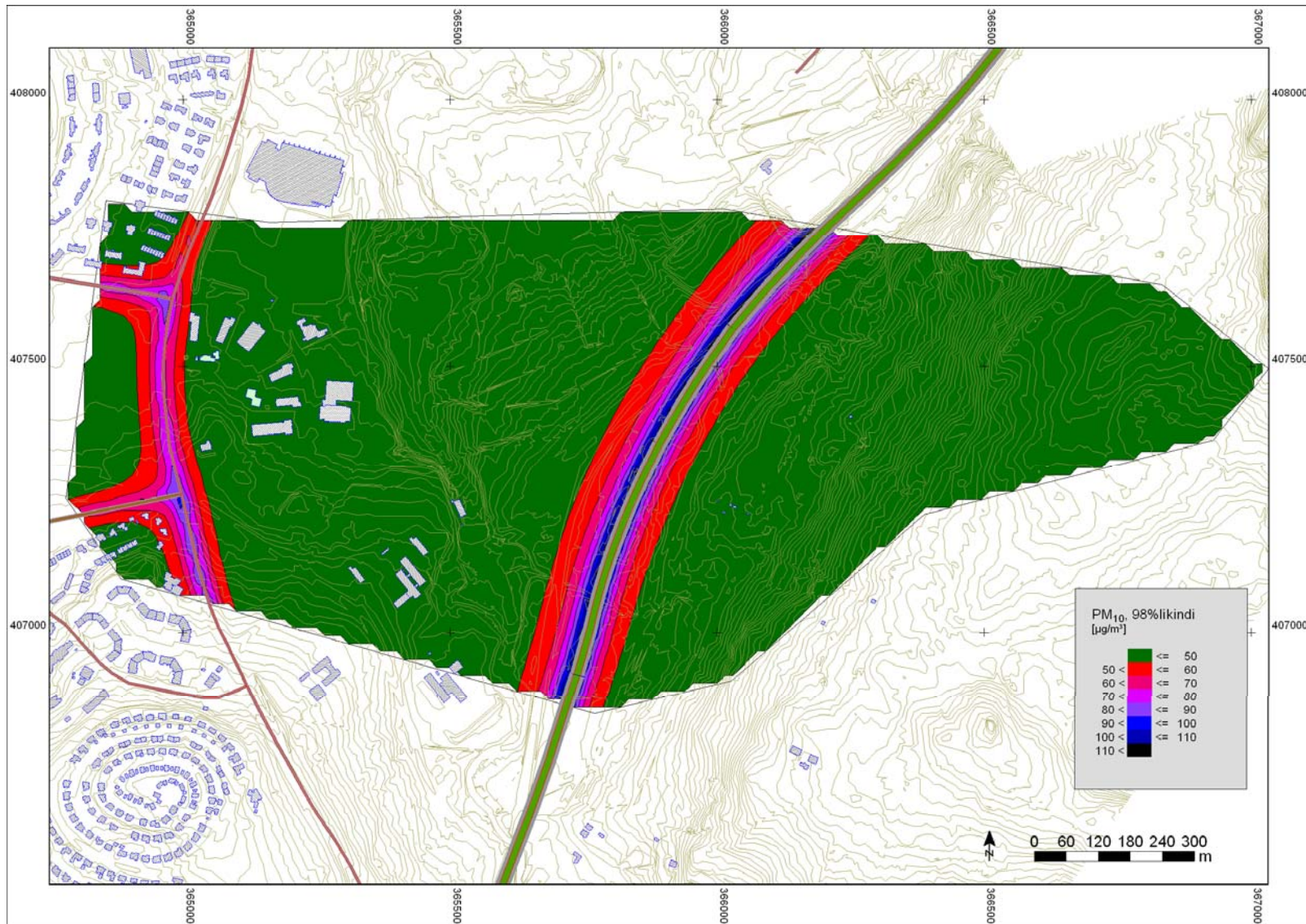
Mynd A.9. Núverandi ástand. Köfnunarefnisdíoxíð NO₂. Ársmeðaltal 2008 í µg/m³. Heilsuverndarmörk eru 30 µg/m³.



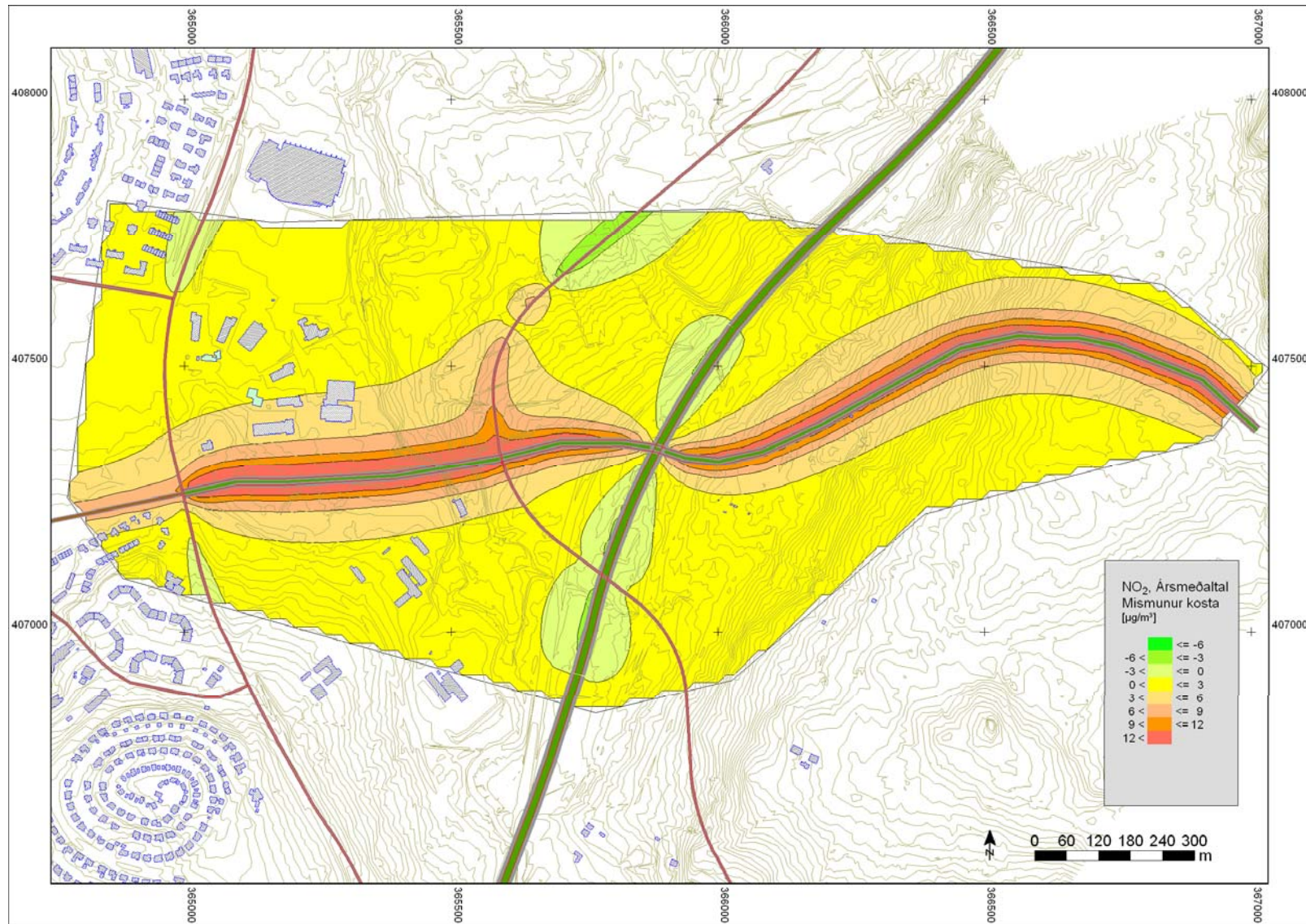
Mynd A.10. Núverandi ástand. Köfnunarefnisdíoxíð NO₂. Hæsti meðalstyrkur klukkustundar árið 2008 undir 98 % líkindum (175 klst. gætu orðið hærri). Heilsuverndarmörk eru 110 µg/m³.



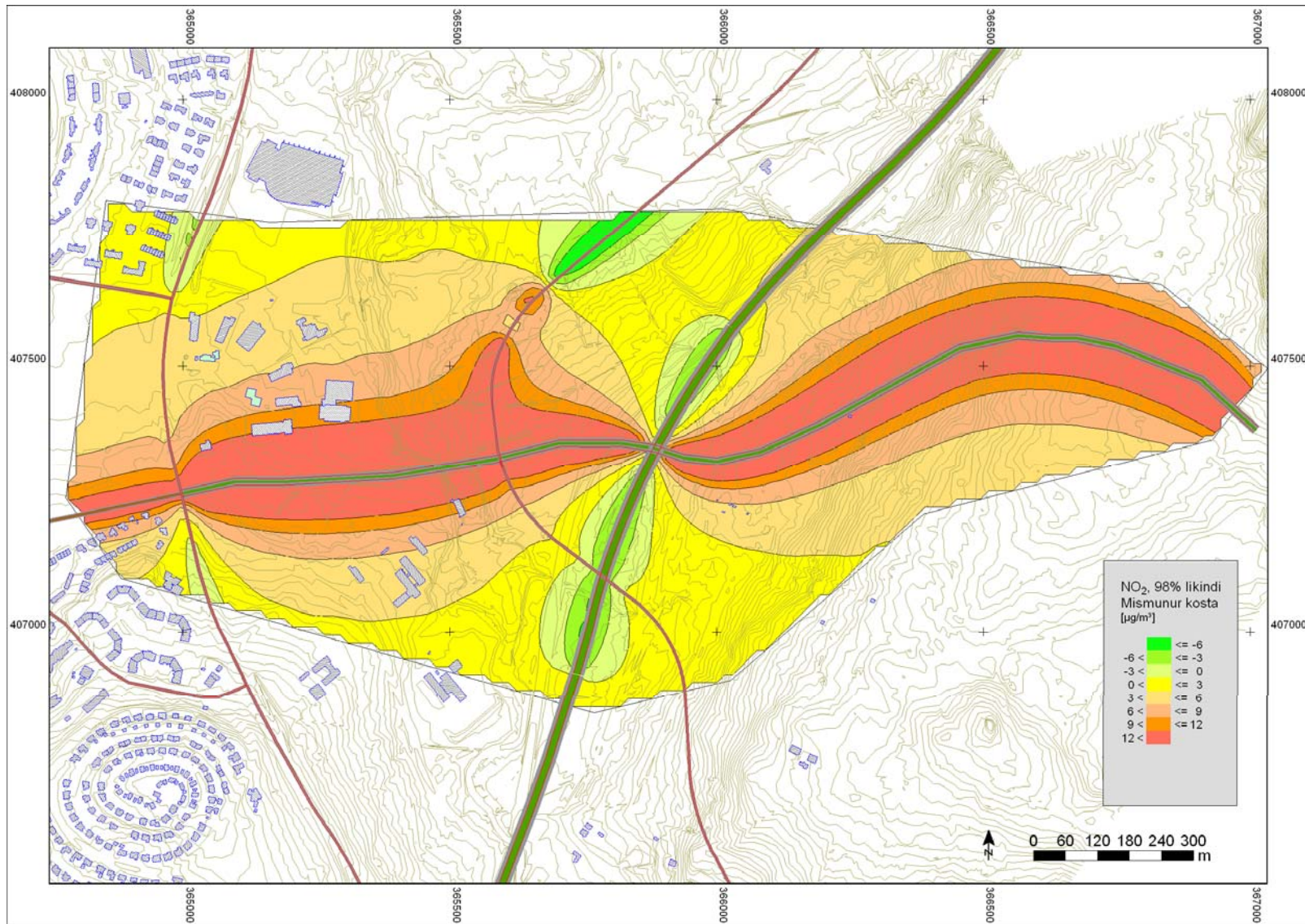
Mynd A.11. Núverandi ástand. Svifryk PM_{10} - Ársmeðaltal 2008 í $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Heilsuverndarmörk eru $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



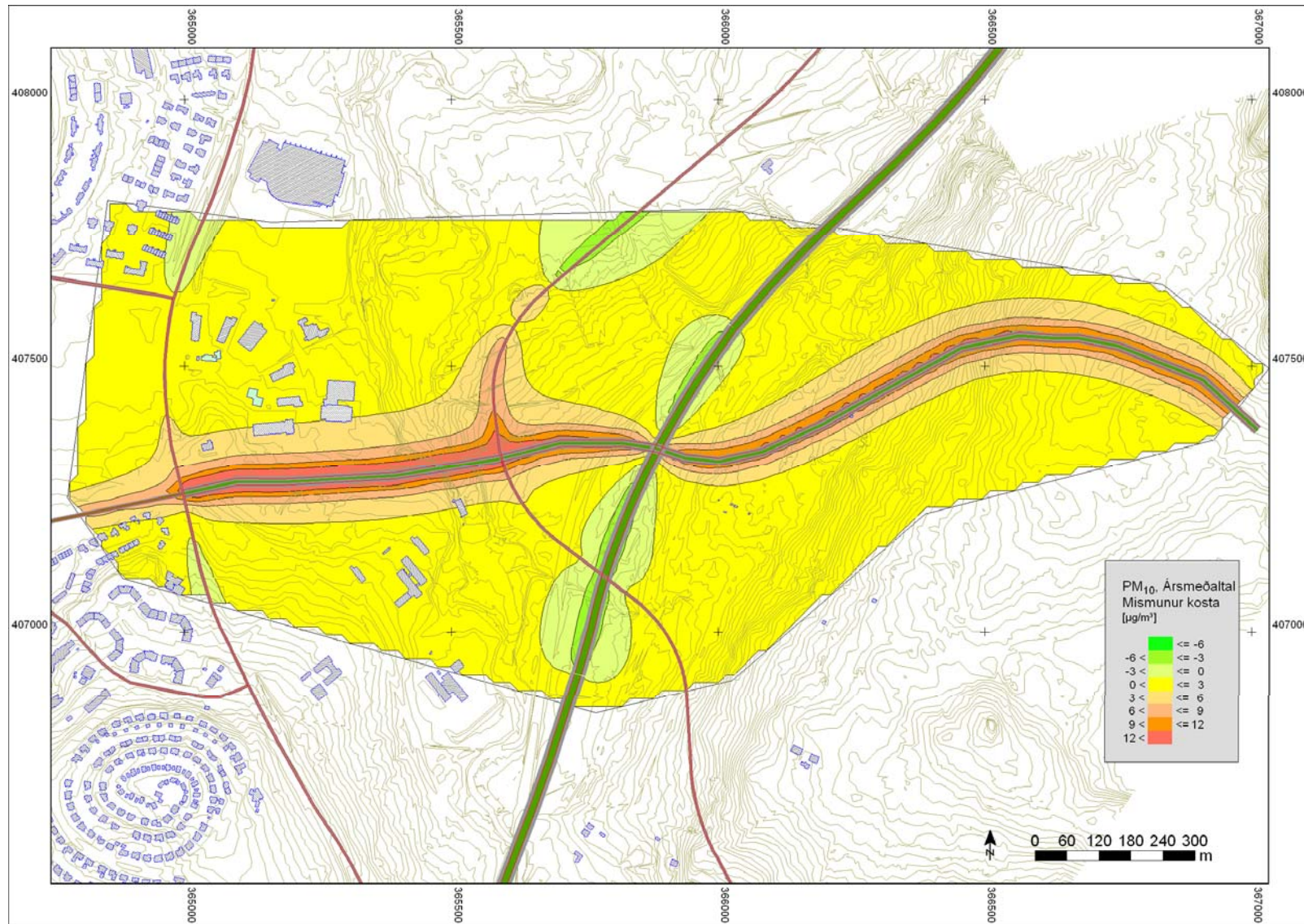
Mynd A.12. Núverandi ástand. Svifryk PM₁₀. Hæsti meðalstyrkur sólarhrings árið 2008 undir 98 % líkindum (7 sólarhringar gætu orðið hærr). Leiðbeinandi heilsuverndarmörk eru 50 µg/m³.



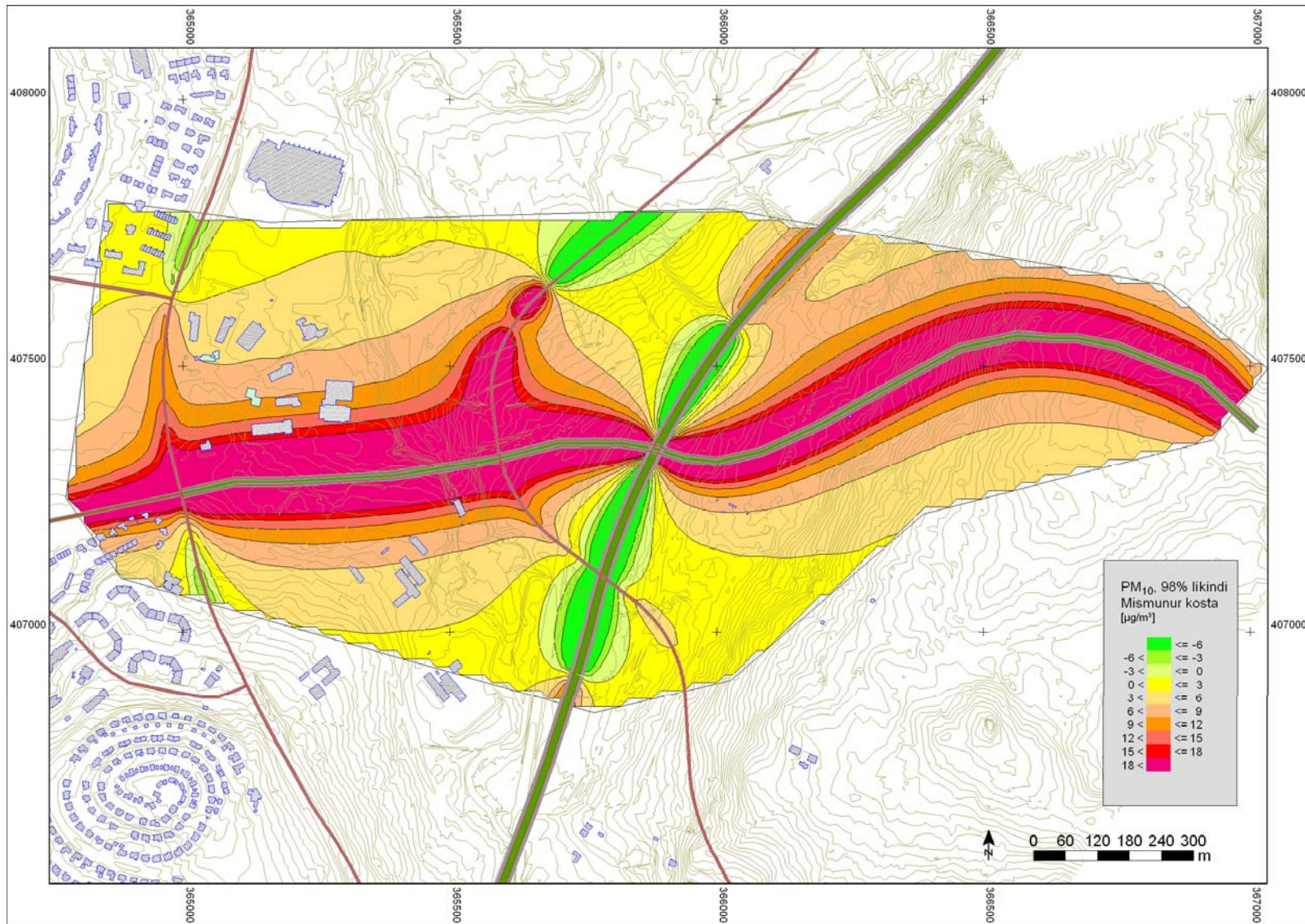
Mynd A.13. Mismunur framkvæmdar og núllkosts. Köfnunarefnisdíoxíð NO₂, mismunur ársmeðaltala 2024.



Mynd A.14. Mismunur framkvæmdar og núllkosta. Köfnunarefnisdíoxíð NO₂, mismunur hæsta meðalstyrks klukkustundar undir 98 % líkindum árið 2024

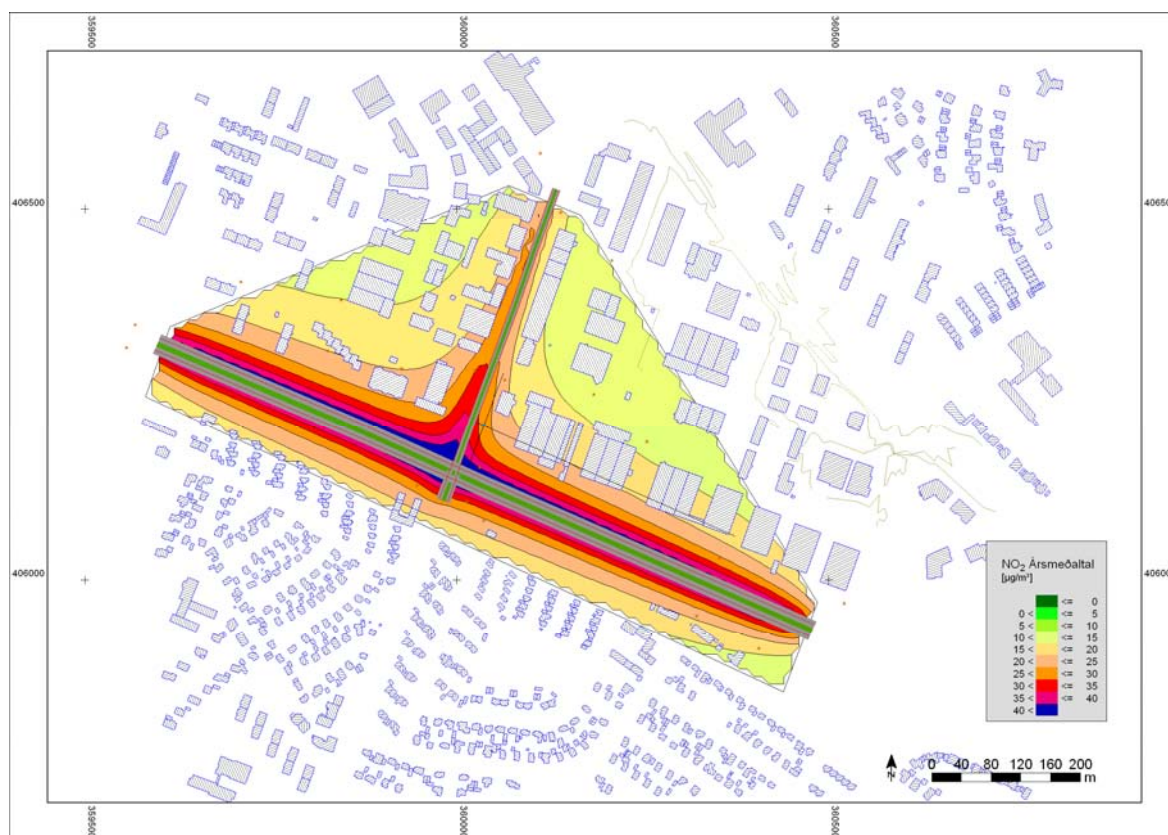


Mynd A.15. Mismunur framkvæmdar og núllkosta. Svifryk PM₁₀, mismunur ársmeðaltala 2024.

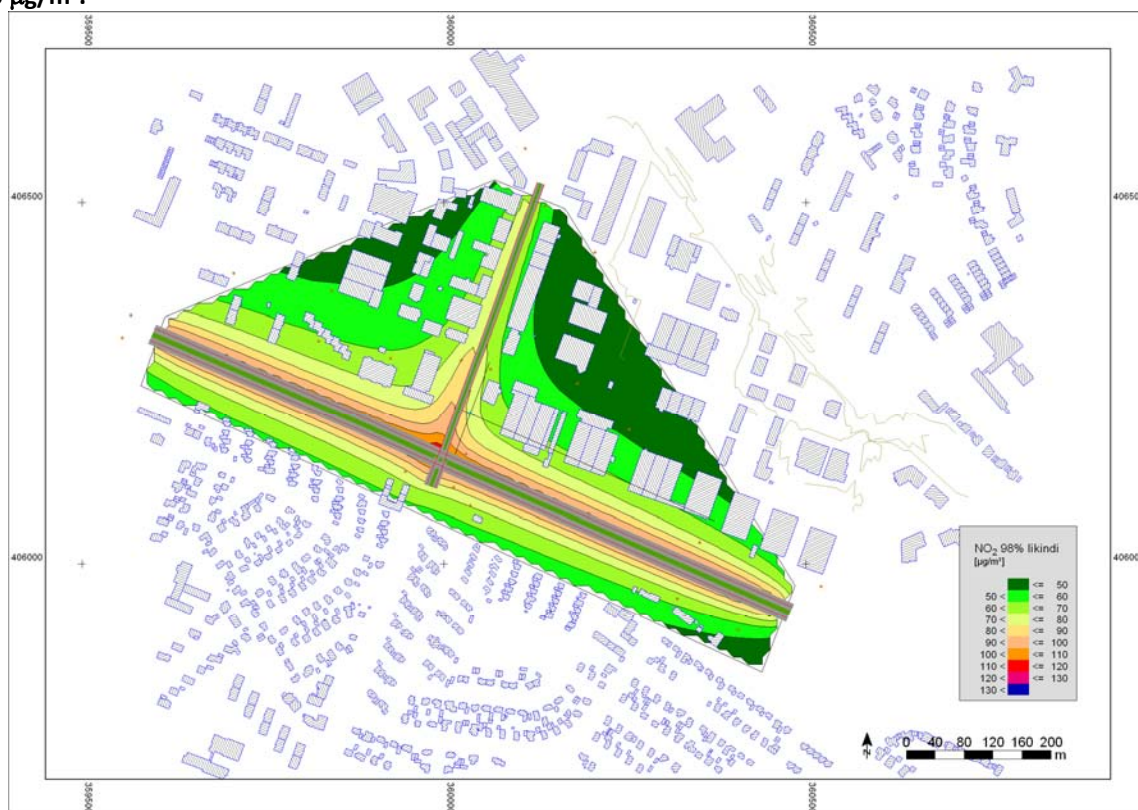


Mynd A.16. Mismunur framkvæmdar og núllkosta. Svifryk PM₁₀, mismunur hæsta meðalstyrks sólarhrings undir 98 % líkindum árið 2024.

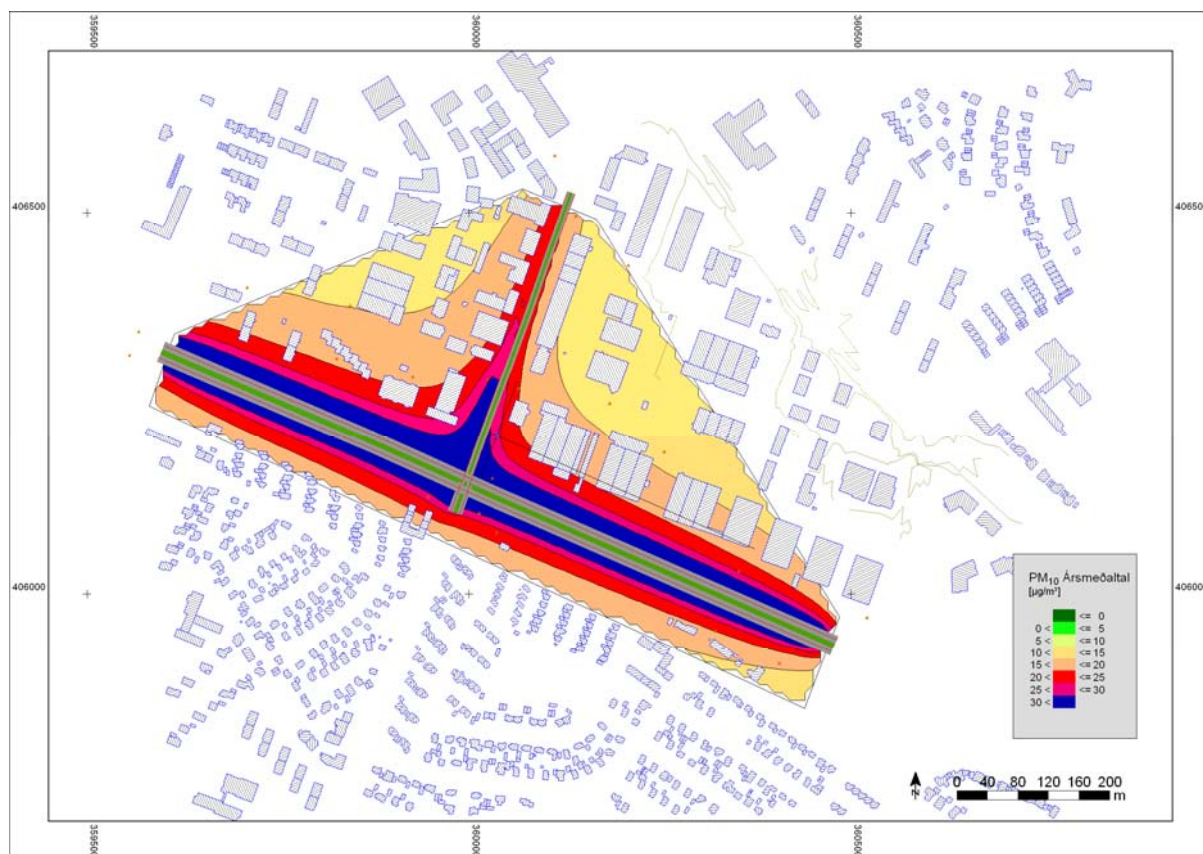
B. Viðauki með útreikningum fyrir kvörðun líkanreikninga á Grensás



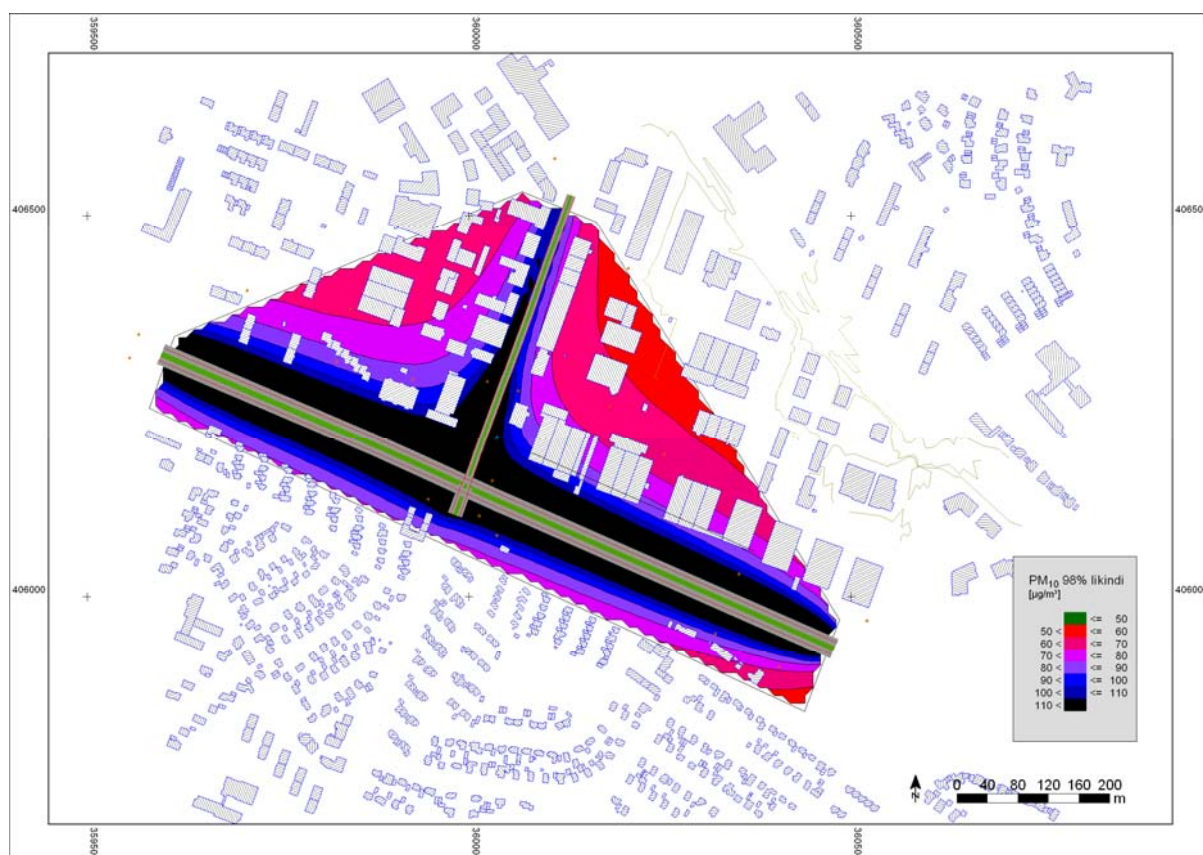
Mynd B.1. Mælistöð Grensás. Köfnunarefnisdíoxíð NO₂. Ársmeðaltal 2006 í µg/m³. Heilsuverndarmörk eru 30 µg/m³.



Mynd B.2. Mælistöð Grensás. Köfnunarefnisdíoxíð NO₂. Hæsti meðalstyrkur klukkustundar árið 2006 undir 98 % líkindum (175 klst. voru hærrí). Heilsuverndarmörk eru 110 µg/m³.



Mynd B.3. Mælistöð Grensás. Svifryk PM_{10} . Ársmeðaltal 2006 í $\mu g/m^3$. Heilsuverndarmörk eru $20 \mu g/m^3$.



Mynd B.4. Mælistöð Grensás. Svifryk PM_{10} . Hæsti meðalstyrkur sólarhrings árið 2006 undir 98 % líkindum (7 sólarhringar voru hærrí). Leiðbeinandi heilsuverndarmörk eru $50 \mu g/m^3$.

C. Viðauki um umhverfis- og losunarmörk reglugerða

- 1) Úr reglugerð um varnir gegn loftmengun af völdum hreyfanlegra uppsprettna (nr. 788/1999.)
.....

Losunarmörk mengunarefna í útblásturslofti bifreiða.

Um hámark mengandi efna í útblæstri bifreiða sem eru fluttar til landsins frá og með gildistöku þessarar reglugerðar skulu gilda eftirfarandi losunarmörk. Miðað er við prófanir samkvæmt US-87/88 reglum eða tilskipun nr. 70/220/EBE með breytingum 83/351/EBE, 91/441/EBE, 93/59/EBE, 94/12/EB og 96/69/EB eða tilskipun nr. 88/77/EBE með breytingum 91/542/EBE og 96/1/EB, og að mengunarvarnabúnaður bifreiða sé samkvæmt reglugerð um gerð og búnað ökutækja. Fyrir bifreiðar sem hafa áður verið gerðarprófaðar og skráðar innan Evrópska efnahagssvæðisins þarf ekki að leggja fram vottorð til staðfestingar á að mengunarefni séu undir eftirfarandi mörkum.

A. Losunarmörk, í gr/km, þegar prófað er samkvæmt bandarískum reglum US-87/88:

| | | <i>fólksbílar</i> | <i>hvp > 1700</i> | <i>hvp > 2600</i> |
|-------------------|-----|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| Kolmónoxíð | CO | 2,11 (2,55) | 2,73 (3,99) | 3,10 (4,54) |
| Kolvetni | CH | 0,15 (0,19) | 0,19 (0,25) | 0,24 (0,35) |
| Köfnunarefnisoxíð | NOx | 0,25 (0,37) | 0,43 (0,60) ¹⁾ | 0,68 (0,95) ¹⁾ |
| Ryk | | 0,05 (0,06) | 0,05 (0,06) | 0,07 |

1) Gildir ekki um díselknúin ökutæki.

B. Losunarmörk, í gr/km, þegar prófað er eftir tilskipun nr. 70/220/EBE með breytingum 83/351/EBE, 91/441/EBE, 93/59/EBE, 94/12/EB og 96/69/EB:

| Viðmiðunarþyngd | Kolmónoxíð (CO) | Summa kolvetna og | Ryk |
|------------------------|------------------------|---------------------------|--------------|
| Kg | | köfnunarefnisoxíða | dísel |
| vþ_ 1250 | 2,72 | 0,97 | 0,14 |
| 1250 < vþ _ 1700 | 5,17 | 1,4 | 0,19 |
| 1700 < vþ 6,9 | 1,7 | 0,25 | |

eða

| fólksbifreiðar fyrir 6 eða færri farþega og vþ < 2500 | Kolmónoxíð (CO) | | Summa kolvetna og köfnunarefnisoxíða | | Ryk |
|---|-----------------|-------|---|--------|---------|
| | bensín | dísel | bensín | dísel | dísel |
| | 2,2 | 1,0 | 0,5 | 0,7(1) | 0,08(1) |

C. Þegar prófað er samkvæmt tilskipun nr. 88/77/EBE með breytingum 91/452/EBE og 96/1/EB:

| | | |
|-------------------|-----|--------------|
| Kolmónoxíð | CO | 4,0 gr/kwh |
| Kolvetni | HC | 1,1 gr/kwh |
| Köfnunarefnisoxíð | NOx | 7,0 gr/kwh |
| Efnisagnir | | 0,15 gr/kwh* |

* Sé um að ræða minni hreyfil en 85 kW skal margfalda markgildið með 1,7.

...

- 2) Úr reglugerð um brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svifryk og blý í andrúmsloftinu og upplýsingar til almennings (nr. 251/2002)

...

VIÐAUKI II

Umhverfismörk fyrir köfnunarefnisdíoxíð og köfnunarefnisoxíð og viðvörðunarmörk fyrir köfnunarefnisdíoxíð.

I. Umhverfismörk fyrir köfnunarefnisdíoxíð og köfnunarefnisoxíð.

Umhverfismörk skulu gefin upp í $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
Rúmmál skal staðlað miðað við hitastig 293 K og þrýsting 101,3 kPa.

| Umhverfismörk | Viðmiðunartími | Mörk $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega | Gildir frá |
|--|----------------|-------------------------------|--|------------------------|
| 1. Heilsuverndarmörk köfnunarefnisdíoxíð | Ein klst. | 200 | 18 | Gildistöku reglugerðar |
| 2. Heilsuverndarmörk köfnunarefnisdíoxíð | Ein klst. | 110 | 175 | Gildistöku reglugerðar |
| 3. Heilsuverndarmörk köfnunarefnisdíoxíð | Sólarhringur | 75 | 7 | Gildistöku reglugerðar |
| 4. Heilsuverndarmörk köfnunarefnisdíoxíð | Ár og vetur | 30 | - | Gildistöku reglugerðar |
| 5. Gróðurverndarmörk köfnunarefnisoxíð | Ár | 30 | - | Gildistöku reglugerðar |

...

VIÐAUKI III
Umhverfismörk fyrir svifagnir (PM₁₀)

Tímaaðlöguð umhverfismörk að endanlegum umhverfismörkum sem gilda eiga frá 1. janúar 2010 til að tryggja lágmarks áhrif á heilsu fólks. Umhverfismörk sem gilda frá 1. janúar 2010 gilda sem leiðbeiningamörk frá gildistöku reglugerðar.

| Umhverfismörk | Viðmiðunar-tími | Mörk $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega | Vikmörk % ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Gildir frá |
|---|---------------------|-------------------------------|--|--|-------------------------------|
| Heilsuverndarmörk | Sólarhringur | 50 | 35 | 50% (75) | Gildistöku reglugerðar |
| Heilsuverndarmörk Leiðbeiningagildi | Sólarhringur | 50 | 7 | 0% (50) | Gildistöku reglugerðar |
| Heilsuverndarmörk | Sólarhringur | 50 | 35 | 37,5% (69) | 1.1.2002 |
| Heilsuverndarmörk | Sólarhringur | 50 | 35 | 25% (63) | 1.1.2003 |
| Heilsuverndarmörk | Sólarhringur | 50 | 35 | 12,5% (56) | 1.1.2004 |
| Heilsuverndarmörk | Sólarhringur | 50 | 35 | 0% (50) | 1.1.2005 |
| Heilsuverndarmörk | Sólarhringur | 50 | 29 | 0% (50) | 1.1.2006* |
| Heilsuverndarmörk | Sólarhringur | 50 | 23 | 0% (50) | 1.1.2007* |
| Heilsuverndarmörk | Sólarhringur | 50 | 18 | 0% (50) | 1.1.2008* |
| Heilsuverndarmörk | Sólarhringur | 50 | 12 | 0% (50) | 1.1.2009* |
| Heilsuverndarmörk | Sólarhringur | 50 | 7 | 0% (50) | 1.1.2010* |
| * Mörk og aðlögun endurskoðuð fyrir árið 2005 | | | | | |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 40 | - | 0% (40) | Gildistöku reglugerðar |
| Heilsuverndarmörk Leiðbeiningagildi | Ár | 20 | - | 0% (20) | Gildistöku reglugerðar |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 40 | - | 0% (40) | 1.1.2002 |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 35 | - | 0% (35) | 1.1.2003 |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 30 | - | 0% (30) | 1.1.2004 |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 20 | - | 50% (30) | 1.1.2005* |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 20 | - | 40% (28) | 1.1.2006* |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 20 | - | 30% (26) | 1.1.2007* |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 20 | - | 20% (24) | 1.1.2008* |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 20 | - | 10% (22) | 1.1.2009* |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 20 | - | 0% (20) | 1.1.2010* |
| * Mörk og aðlögun endurskoðuð fyrir árið 2005 | | | | | |

...