



Unnið fyrir: Ísfélag Vestmannaeyja ehf og Vélsmiðjuna Héðinn hf

**Mat á vindaðstæðum og dreifingu og niðurdrætti verksmiðjureyks
fiskimjolsverksmiðju Ísfélagsins á Þórshöfn**

Inngangur

Fyrirhugaðar eru úrbætur á útblæstri verksmiðjureyks fiskimjölsverksmiðju Ísfélags Vestmannaeyja á Þórshöfn á Langanesi. Verksmiðjan er staðsett vestast í kaupúninu innan við sjóvarnagarð. Nokkur íbúðabyggð er skammt norðan og norðaustan verksmiðjunnar og hefur borið á reyk og lykt þar, einkum að sumar- og haustlagi. Eins syðst í byggðinni þegar reyk leggur yfir höfnina undan NV-átt. Ætlunin er að ráðast í breytingar sem leiða eiga m.a. til minni útblásturs- og lyktarmengunar á Þórshöfn og beinast þær ásamt öðru að því hver þýðing hækunar eða tilfærsla skorsteins er fyrir dreifingu reyksins.

Tveir þættir eru einkum til skoðunar.

1. Lagt er mat á vindafar á Þórshöfn og dreifingarleiðir verksmiðjureyks frá fiskimjölverksmiðjunni.
2. Reynt er að bregða frekari ljósi á dreifingu reyks eftir veðurlagi og til hvaða aðgerða er heppilegast að grípa svo reykur berist síður til jarðar og yfir byggðina.

Veðurmælingar á Þórshöfn

Nokkuð er til boga við þessa skoðun hvað veðurmælingar eru af skornum skammti. Athuganir voru gerðar um alllangt skeið á Sauðanesi, nokkru utan við Þórshöfn. Bæði var það svo að telja má að staðhættir séu nokkuð aðrir þar en á Þórshöfn. Eins er það mikill ókostur að vindur var metinn, en ekki gerðar sífellumælingar í mastri í 10 metra hæð. Veðurathuganir á Sauðanesi liggja því á milli hluta hér. Við Þórshafnarflugvöll (BITN) er vindmælir og er hann mjög vel staðsettur, um eða innan 1.000 metra norður af verksmiðjunni. Flugmálastjórn (nú ISAVIA) rekur mælinn, en mælingar eru ekki skráðar kerfisbundið. Starfsmaður flugvallarins sendir hins vegar flugvallarskeyti á ákveðnum tímum þar sem vindhraði og vindátt kemur fram. Þær upplýsingar eru varðveittar á Veðurstofunni og aðgengilegar frá því um mitt sumar 2006. En gallin er sá að flugvallarskeyti eru aðeins send að morgni þá daga sem flogið er. Ágætt yfirlit fæst því af vindafari frá um 08 til kl. 12, þó svo að laugardaga og sunnudaga vanti.

Aðferðafræði við mat á vindafari

Þar sem veruleg dægusveifla er í vindafarinu á Þórshöfn, ekki síst á sumrin, er ógerningur að útbúa hefðbundar vindrósir á grundvelli flugvallamælisins. Nokkrar slíkar voru engu að síður teiknaðar upp, til að fá einhverja mynd. En vegna þessara annamarka og eins það hvað mælingar ná yfir stuttan tíma er gagnsemi þeirra fyrir heildarmynd vindafarsins takmörkuð. Því var gripið til þess ráðs að taka tali nokkra einstaklinga sem vel þekkja til veðurfars á Þórshöfn.

Þeir helstu voru: Rafn Jónsson, verksmiðjustjóri, Unnsteinn Óskarsson tæknistjóri hjá Ísfélaginu, Sæmundur Einarsson, sjómaður, Sólveig hjá ISAVIA á Þórshöfn og Sigurður Jóhannes Jónsson, verkstjóri hjá Vegagerðinni.

Á grundvelli þessara samtala með hinum stopulu vindmælingum fékkst ágætis mynd af vindafarinu á Þórshöfn.

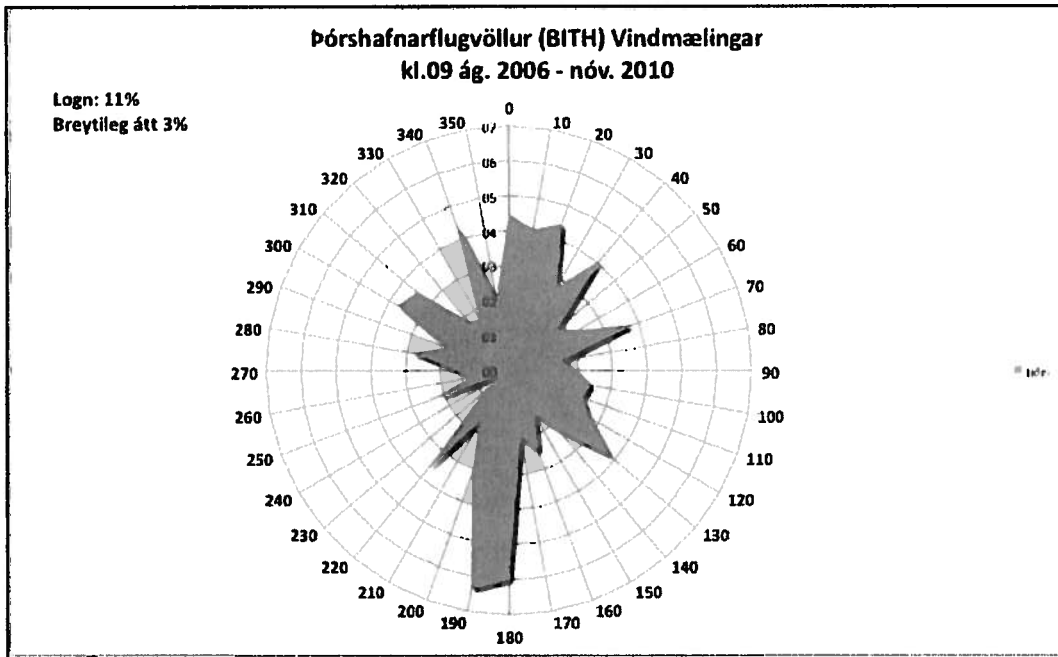
Veðuraðstæður á Þórshöfn

Ólíkt því sem gerist mjög víða í byggðum landsins er á Þórshöfn ekki hægt að tala um eina ríkjandi átt og þar er heldur ekki tvíátta eins og þar sem há fjöll stýra loftinu inn eða út fjörðinn. Vissulega hafa fjöllin á austanverðu Langanesi, eins og Gunnólfsvíkurfjall (719m) og Heiðólfsfjall (582m) áhrif á vindfar, en einkum skýla þau fyrir A og SA-vindum. Utar á Langanesi eru lægri fjöll eins og Heiðarfjall sem veita skjól fyrir NA-átt, sem sést best á því að algeng þoka að sumarlagi á ekki greiðan aðgang að Þórshöfn. Hins vegar er staðurinn opinn fyrir öllum öðrum vindáttáttum en þeim A-lægu þegar loft ber á haf út. Ekki þarf við þær aðstæður að hafa áhyggjur af verksmiðjureyknum.

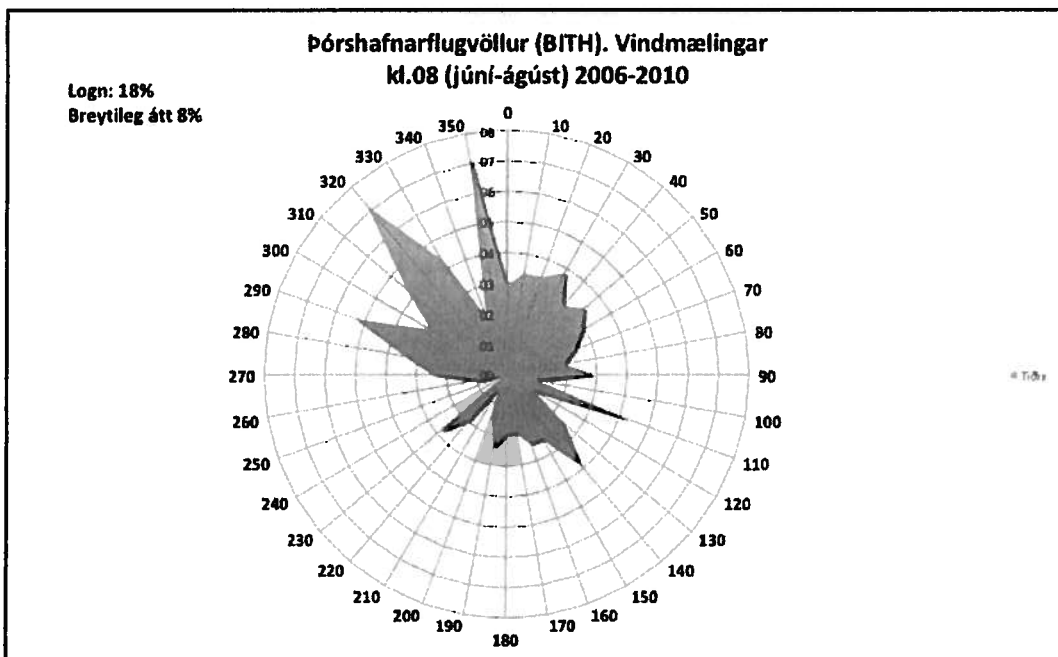
Áberandi er hversu tíðni hægviðris og logns virðist vera há á Þórshöfn. Flugvallagögnin frá 2006 sýna að logn er í um 10% allra tilvika og því til viðbótar breytileg átt í um 5% allra mælinga. Breytileg vindátt er nær alltaf mjög hægur vindur. Ekki er markverður munur á milli árstíða hvað þetta varðar, en áberandi er að sumrinu (júní-ágúst) hvað logn eða hægviðri er fátítt yfir miðjan daginn (kl. 12; 1%) samanborið við háa tíðni þess að morgninum (kl. 08; 18%). Á sólríkum sumardögum gætir hafgolu fyrir hádegi þegar vindur er á annað borð fremur hægur. Stendur hún fram undir kvöld. Sólfarsvindurinn er af NNA (20-40°) á Þórshöfn. Fyrir verksmiðjuna er það hagstæð vindátt.

Að sumrinu þegar S- eða SV-átt er í lofti, gjarnan með hlýindum, eru einkenni vindsins þau að goluna herðir yfir miðjan daginn miðað við það sem gerist yfir nóttina og fyrstu um morguninni og síðan eftir að sól tekur að lækka á lofti. Óbein áhrif sólfarsvinda um allt norðaustanvert landið valda þessu og gerir það að verkum að landvindur verður nokkuð stríður að deginum á Þórshöfn og í Þistilfirði. Vindrósir fyrir Þórshafnarflugvöll hafa verið teiknaðar (Myndir 1 til 3), en hafa ber í huga að mælitímabilið er frekar stutt og ekki heilt þar sem þá daga vantar sem ekki var flogið. Vindrósir sem nær yfir allt árið (mynd 1) sýnir vel hvað S- og SSV-átt er algeng og í raun hægt að tala um ríkjandi vindátt á Þórshöfn. Meðalvindhraði fyrir þessa vindátt (180-200°) er um 5 m/s. Það er nærri þeim meðalvindhraða sem mæligögnin annars gefa tilefni til. Meðaltalið segir hins vegar ekki alla söguna því við nánari skoðun sést að S- og SSV-áttin er ýmist frekar hæg eða að þá með snarpri golu.

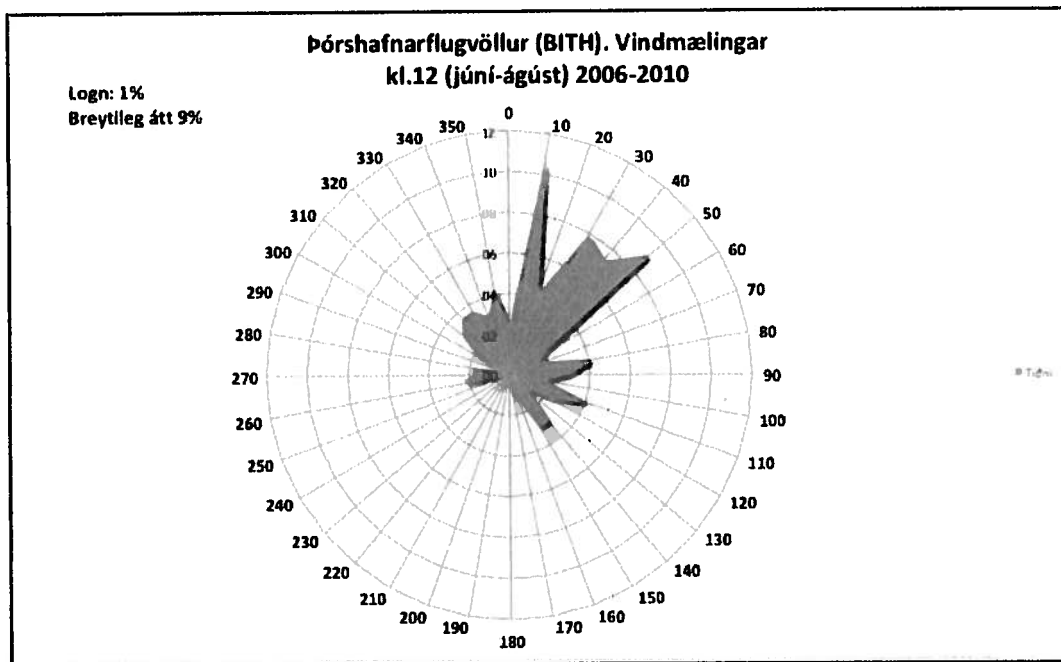
Helsta óveðursáttin á Þórshöfn er án nokkurs vafa NV-átt. Hvassviðri af NA og SA eru reyndar einnig tíð, en NV-átt sem eitthvað kveður að getur verið ansi þrálát.



Mynd 1. Vindrós, Þórshafnarflugvöllur. Mælingar kl. 09. Allt árið.



Mynd 2. Vindrós, Þórshafnarflugvöllur. Mælingar kl. 08, júní til ágúst.



Mynd 3. Vindrós, Þórshafnarflugvöllur. Mælingar kl. 12, júní til ágúst.

Áhrif vinds á niðurdrátt reyks

Um áratugaskeið hefur verið stuðst við þá meginreglu, að hætt er við því að reykur sogist niður þegar útblásturshraðinn (V_r) er minni en einn og hálfur vindhraðinn (v) í hæð reykháfsins. Í tilraunum í vindgöngum hefur þetta einfalda samband verið staðfest aftur og aftur fyrir algengan lóðréttan stöðugleika lofts¹.

Niðurdráttur á sér stað þegar $V_r < 1.5v$

Fyrir $V_r=20$ m/s er markgildi vinds sem veldur niðurdrætti 13,3 m/s. Vindur af þeim styrk er frekar fátíður, þó hann þekkist vissulega á flestum stöðum, einkum fyrir opnu hafi. Niðursláttur reyks vegna vinds er því sjaldnast valdur af lyktarmengun í byggðinni umhverfis, þó svo að það komi vissuleg fyrir. Þær stopulu vindmælingar sem til eru frá Þórshöfn nær vindur markgildinu 13,3 m/s í um 2-4% alls tíma. Í um helmingi þess er vindur austlægur. Svo virðist sem vindhraði nærri þessu markgildi sé nokkuð tíður og með því að auka útblásturshraða lítið eitt, úr 20 í 22 m/s, má fækka tilvikum niðursláttar mjög mikið, sérstaklega í S- og SV-átt. Eftir sem áður slær reyknur niður í hvassri NV-átt yfir höfnina og syðstu húsin á Þórshöfn.

¹ Canepa, E. An overview about the study of downwash effects on dispersion of airborne pollutants. Environmental Modelling & Software 19 (2004) 1077-1087.

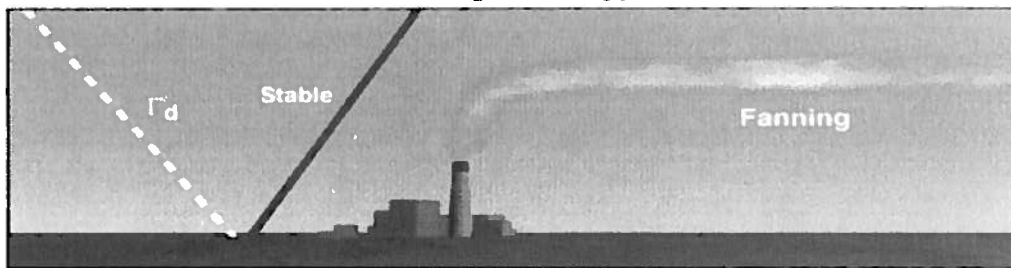
Fimm megingerðir dreifingar reyks frá skorsteini

Í hægum vindi þar sem niðursláttur á sér ekki stað ræður lóðréttur stöðugleiki loftins mestu um dreifingu reyks frá skorsteini. Stöðugleiki loftsmarkast af hitafalli með hæð. Þegar hitafall er um 1°C/100 metra er loft sagt óstöðugt, en mjög stöðugt þegar hitafall er ekkert eða hiti jafnvel vex með hæð. Greint er á milli fimm megingerða dreifingar um loftið og eru helstu eikenni þeirra einnig sýnd á mynd 4.

- i. **Borðadreifing** (e.fanning) á sér stað þegar loft yfir skorsteini er mjög stöðugt.
- ii. **Svæling** (e.fumigation) á sér stað við lagskiptingu lofts, þegar stöðugt loft liggur er ofan á minna stöðugu við yfirborð.
- iii. **Lykkjudreifing** (e.looping) á sér stað í óstöðugu lofti.
- iv. **Keiludreifing** (e.coning) á sér stað þegar loft er millistöðugt.
- v. **Lyftidreifing** (e.lofting) verður þegar hitahvarf, þ.e. stöðugt loftlag myndast næst jörðu, í raun neðan hæðar skorsteinsins.

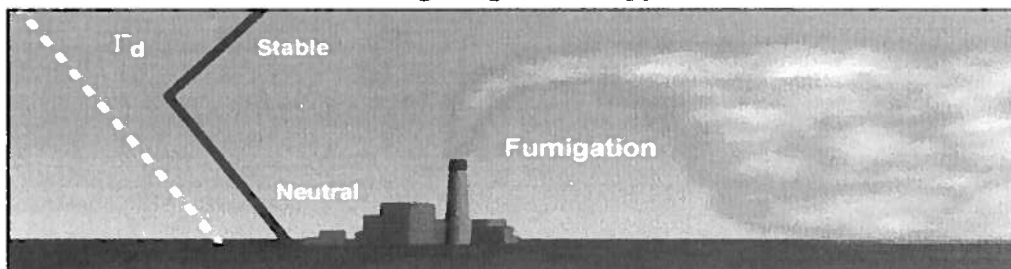
Það er helst í lokuðum fjörðum eða þar sem lagskipting loft við sjávarsíðuna er algeng að borðadreifing er ríkjandi. Engu að síður eru lykkjudreifing, keiludreifing og lyftidreifing ríkjandi við algengasta veðurlag hérlendis, jafnt á sumri sem vetri. Lyftidreifing er nokkuð algeng í stilltu veðri, gjarnan á veturna eða skömmu eftir sólsetur síðla sumars. Líka að haustinu samfara hægum vindi og björtu veðri. Keiludreifing er ríkjandi með hafgolu að deginum yfir sumarið og eins þegar hægán vind leggur af hafi á haustin og veturna og sjávarhiti og lofthiti eru svo að segja í jafnvægi. Veðurskilyrði til svælingar verður vart við sjávarsíðuna hér á landi nema í stutta stund í hvert sinn. Hins vegar er svæling reyks algeng á veturna langt inni í landi þegar loftblöndun er lítil og djúpt hitahvarf við jörðu er viðvarandi svo skiptir dögum.

Fanning Plume Type



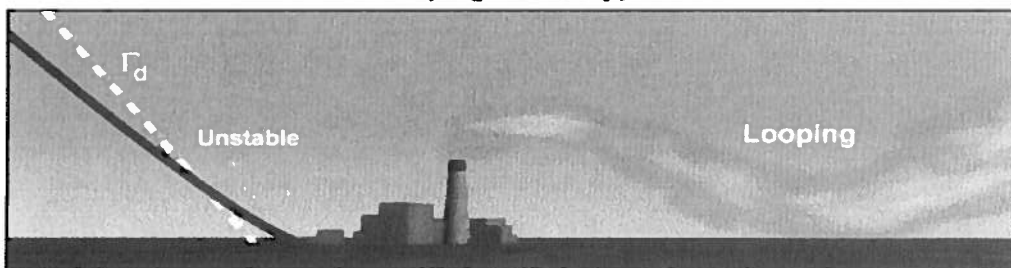
©The COMET Program

Fumigating Plume Type



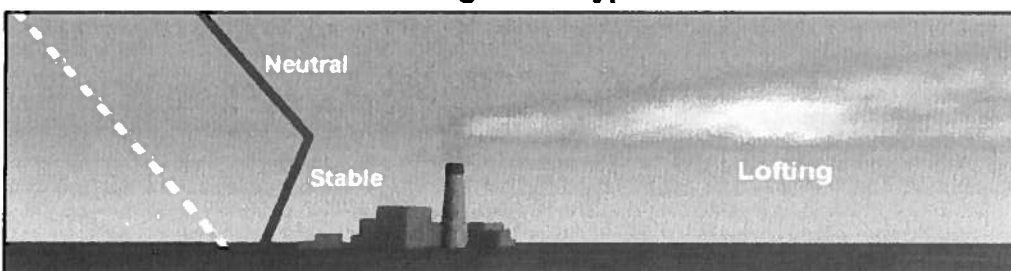
©The COMET Program

Looping Plume Type



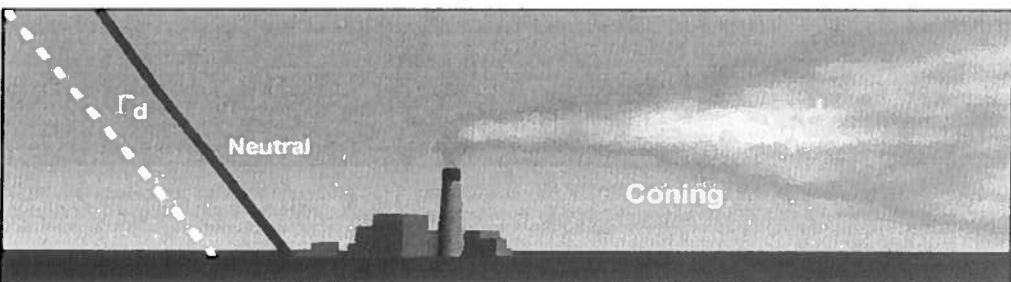
©The COMET Program

Lofting Plume Type



©The COMET Program

Coning Plume Type



©The COMET Program

Mynd 4. Megingerðir dreifingar reyks frá skorsteini og tengsl þeirra við lóðréttan stöðugleika loftsins. Talið að ofan: borðadreifing, svæling, lykkjudreifing, lyftidreifing og keiludreifing.

Algengasta veðurlag og dreifing reyks

Með samanburði almennrar vitneskju um dreifingu reyks, stöðugleika lofts og veðurfar má ætla að tengsl algengs veðurlags og dreifingar reyks frá fiskimjölsverksmiðjunni á Þórshöfn séu eftirfarandi:

Sumar

- a. NV-átt, fremur hæg. Stöðugt loft og oftast skýjað, jafnvel með úrkomu. -> *Borðadreifing*.
- b. NV-átt, fremur hvöss. Fátíð, en kemur þó fyrir að sumrinu. Niðurdráttur reyks á sér stað við nægjanlega hvassan vind samanborið við útblásturshraða reyks.
- c. Hægviðri, logn eða breytileg átt (stundum líka mjög hæg N- eða NV-átt). Algengt veður að morgni sólríkra daga og eins að kvöld- og næturlagi. Loft er fremur stöðugt við jörð. -> *Keiludreifing*.
- d. Hafgola á sólríkum dögum frá kl. 10-12 til kl. 18-20. Vindáttin NNA eða NA og berst reykur þá út yfir utanverða bryggjuna og áfram út á fjörðinn.
- e. S- eða SV-átt á sólríkum dögum. Blástur verður oftast hvað mestur um miðjan daginn. Loftið er óstöðugt. -> *Lykkjudreifing* gæti í mörgum tilvikum verið raunin. Eins er keiludreifing reyksins líkleg.
- f. Hvöss NV-átt. Fátíð en kemur þó fyrir að sumrinu. Niðurdráttur reyks á sér stað við nægjanlega hvassan vind.
- g. NA-/A- og SA-áttir. Úrkomuáttirnar á Þórshöfn og oftast skýjað og stöðugt loft. Ekki til skoðunar hér enda berst loft þá út á fjörð.

Vetur

- h. Fremur hæg NV-átt. Óstöðugt loft af hafi, oft með éljum. -> *Lykkjudreifing* líkleg við ákveðnar aðstæður.
- i. Hvöss NV-átt. Ekki óalgeng að vetrinum og helsta óveðursáttin á Þórshöfn. Niðurdráttur reyks á sér stað við nægjanlega hvassan vind.
- j. Hægviðri eða hæg S- og SV-átt. Mjög algengt veðurlag og reyndar ríkjandi, sérstaklega á veturna og vorin. Loftið er stöðugt í neðstu lögum. -> *Borðadreifing* ofan byggðarinnar algeng og líka *lyftidreifing*.
- k. SV-strekkingur. Þá er loftið stöðugt eða millstöðugt oftast nær. -> *Keiludreifing* af einhverjum toga líklegust. Sé nægjanlega hvasst slær reykinni niður.
- l. NA-/A- og SA-áttir. Algengt veðurlag, sérstaklega á haustin með úrkomu og dumbungi. Ekki áhugavert hér þar sem loftið leggur á haf út.

Umræður

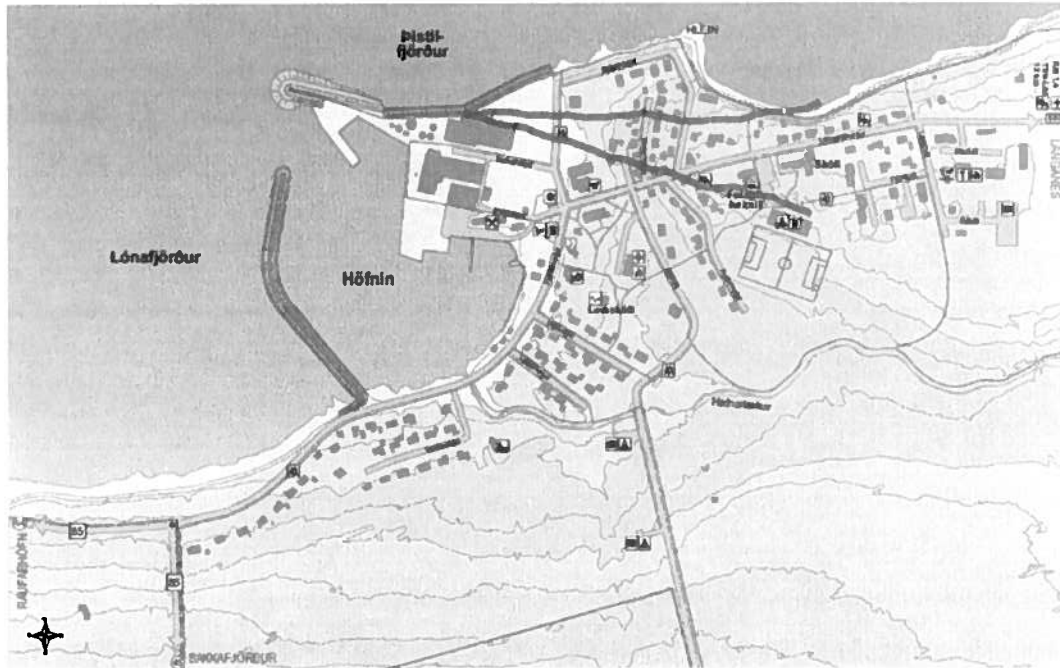
Á Þórshöfn er áberandi hvað staðurinn er opinn fyrir öllum helstu vindáttum. Því kemur nokkuð á óvart hversu þar er í raun hægviðrasamt. Í algengu veðurlagi á haustin, veturna og vorin er vindur hægur, logn eða breytileg vindátt. Við þau skilyrði er landið yfirleitt kaldara en sjórinn úti fyrir. Það gerir það að verkum að loftið í neðstu lögum er stöðugt. Í slíku veðri dreifist reykur frá skorsteini eftir lögmáli borðadreifingar. Þá skiptir bæði hæð skorsteinsins saman með útblásturshraða máli. Við svipuð veðurskilyrði er vindur oft hægur af S eða SV og stendur þá reykinn yfir byggðina á hæðinni norður og norðaustur undan, m.a. grunnskólann og félagsheimilið. Efstu hús þar standa um 16 metrum yfir sjávarmáli. Ljóst er því að við borðadreifingu eða væga keiludreifingu þarf að blása út reyknum nokkru hærra en það til að koma að mestu í veg fyrir lyktarmengun í eftstu húsum. Á mynd 5 er búið er teikna inn sennilega dreifingu reyks í SSV átt frá skorsteini inn á afstöðumynd Þórshafnar.

Á sumrin er myndin nokkuð önnur, þ.e. þegar sólin hitar upp landið og sjórinn úti fyrir er kaldari. Í S- og SV-golu með hlýju veðri er loftið því óstöðugt í lægstu lögum og lykkjudreifing ber gjarnan reyk yfir byggðina. Oft má líka tala um keiludreifingu af einhverjum toga við þessar aðstæður. Hvorki er hægt að koma í veg fyrir lyktarmengun við þessi skilyrði með mikilli hækkun skorsteins eða aukningu útblásturshraða, en tilvikum mun vafalítið fækka nokkuð við þær aðgerðir.

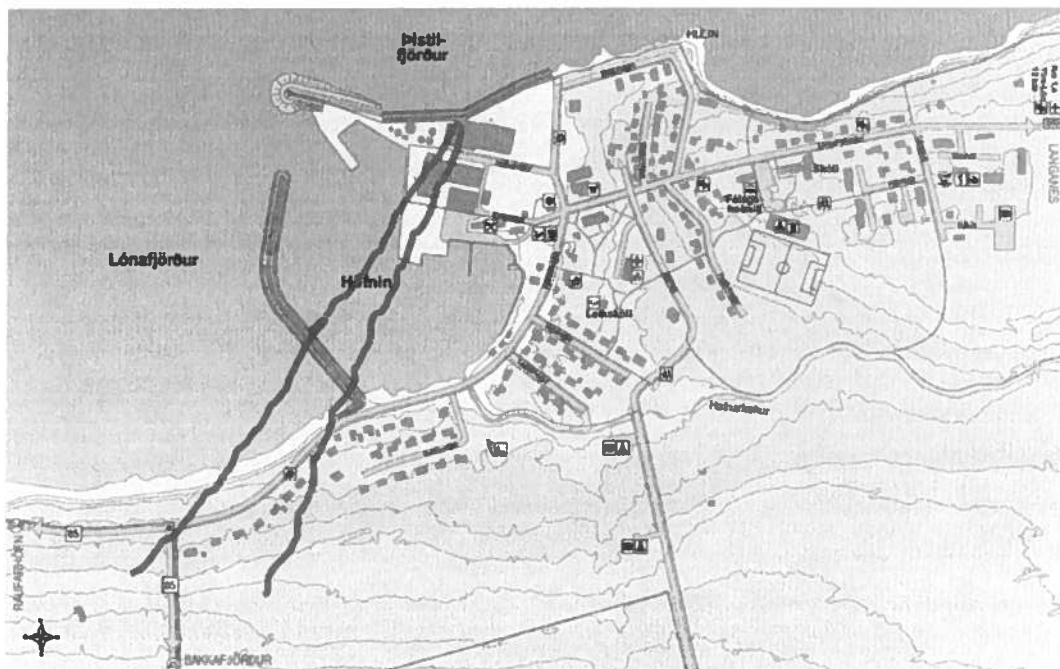
Hafgolan á hægviðrisdögum er algeng og vindátt hennar er heppileg, þ.e. NNA og ber því reyk yfir bryggjuna og sjóvarnargarðinn og þaðan á haf út. Hins vegar fylgir veðurlagi hafgolunnar hægviðri eða logn fyrst um morguninn og síðan aftur um kvöldið og nóttina. Við keiludreifingu reyksins í slíku veðri skiptir máli að hafa útblásursopið tiltölulega hátt yfir byggðinni eða þá að auka blásturinn til að koma reyknum hærra upp.

Annar hluti byggðarinnar sem er útsettur fyrir einhverri lyktarmengun eru syðstu húsin á Þórshöfn þegar NV-átt ber reykinn í þá áttina. Mynd 6 sýnir sennilega dreifingu reyks í NV-átt frá skorsteini inn á afstöðumynd Þórshafnar. Niðursláttur reyksins á sér alloft stað þegar hvasst er af NV og þá tjóar lítt að hækka skorsteininn, en kröftugri blástur myndi fækka tilvikum niðursláttar. Í hægari NV-átt ber reykinn oftast yfir húsin.

Að framansögðu og í samhengi við algengi borða- og keiludreifingar, skilar það meiri árangri að hækka skorsteininn heldur en að leggja frekar áherslu á aukinn útblásturshraða. Minniháttar tilfærsla á skorsteini innan verksmiðjulóðar hefur lítið að segja.



Mynd 5. Dreifing reyks yfir byggðina á Þórshöfn þegar vindur er SSV-stæður. Breidd geislans ræðst af vindstyrk.



Mynd 6. Dreifing reyks yfir byggðina á Þórshöfn þegar vindur er NV-stæður (um 300°). Breidd geislans ræðst af vindstyrk og hér gert ráð fyrir nokkuð hvössum vindi.

Helstu niðurstöður

- Mjög hægviðrasamt er á Þórshöfn og tíðni logns og breytilegrar vindáttar há, sé tekið mið af því hvað allt umhverfi Þórshafnar er opið og lítið skjól að hafa af landslaginu. Hægur S- og SV-vindur er tíðastur, þó vart sé hægt að tala um nokkra ríkjandi vindátt.
- Á sumardögum leggur hafgoluna út á fjörð og reykur frá verkmiðjunni nær þá ekki til byggðarinnar.
- Loft er oft stöðugt í lægstu lögum þegar hæga golu leggur af landi (S og SSV-átt). Þá er borðadreifing eða væg keiludreifing reyksins algeng yfir byggðina. Hæð útblástursops skorsteins verkmiðjunnar skiptir í þeim tilvikum lykilmáli.
- Einkum eru tveir hlutar byggðarinnar á Þórshöfn sem útsettir eru fyrir lyktarmengun. Sá sem stendur á hæð norðan og norðaustan verkmiðjunnar má verja með hærri skorsteini og í sumum tilvikum með kröftugri útblæstri. Lykkjudreifing reyksins í S- blæstri á sumrin ber eftir sem áður reyk niður að húsunum.
- Syðst í byggðinni slær stundum reyk niður í hvassri NV-átt. Aðgerðir til hækkunar skorsteins eða kröftugri útblásturs, koma að einhverju gagni, en ekki í veg fyrir einhverja lyktarmengun.
- Út frá ríkjandi vindum og veðurlagi er tilfærsla skorsteins ein og sér innan verkmiðjulóðar ekki líkleg til að skila markverðum árangri í mengunarvörnum.