



UMHVERFISSTOFNUN

# Gatnaslit, uppþyrlun vegryks og mótvægisáðgerðir

*Málþing um loftgæði í Reykjavík*

15. maí 2024

Þorsteinn Jóhannsson  
thorsteinnj@ust.is

# Vegryk er ráðandi þáttur stóru toppunum í svifryksmengun á höfuðborgarsvæðinu

Almennt séð eru þó loftgæði góð á Íslandi og oftast erum við í efsta sæti landa í Evrópu.

En einstaka toppar geta orðið óvenju háir á Evrópskan mælikvarða

## Þessi fyrirlestur:

- Slit á malbiki, áhirf nagladekkja, hraða o.fl.
- Uppsöfnun slitins malbiks.
- Uppþyrlun vegryks
- Mótvægisáðgerðir, sópun og rykbinding



A photograph of a multi-lane highway at night, shrouded in thick fog. The scene is illuminated by the headlights of cars and streetlights, creating a hazy, golden glow. In the foreground, a dark car is driving towards the viewer in the right lane. To its left, a large bus is moving away. Further back, a line of cars is visible in the distance. The road has dashed white lane markings. On the left side, there are some road signs and a guardrail. The overall atmosphere is one of a busy but obscured roadway.

ER EKKI BARA NÓG AÐ SÓPA OFTAR?

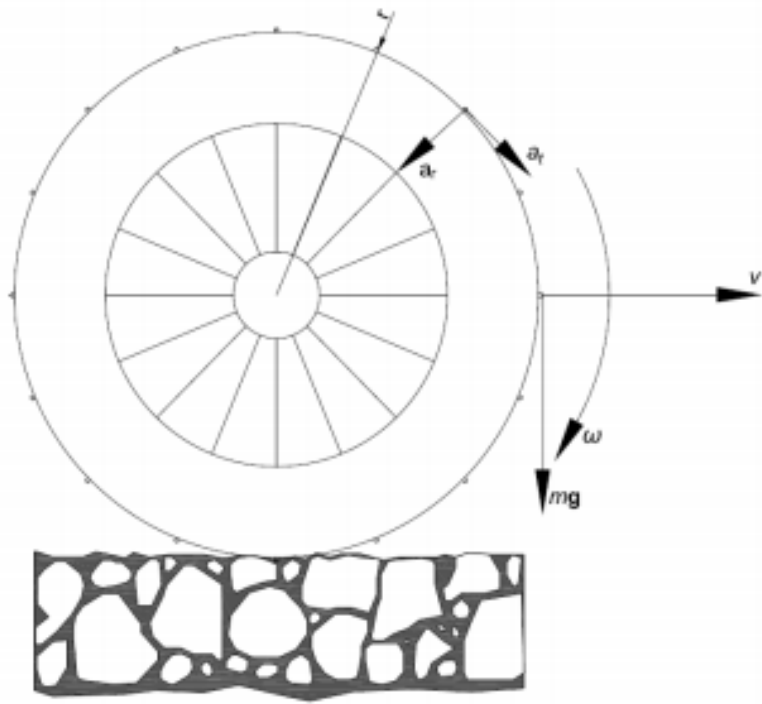
# Slitið og nagladekkin

## Áhrifaþættir:

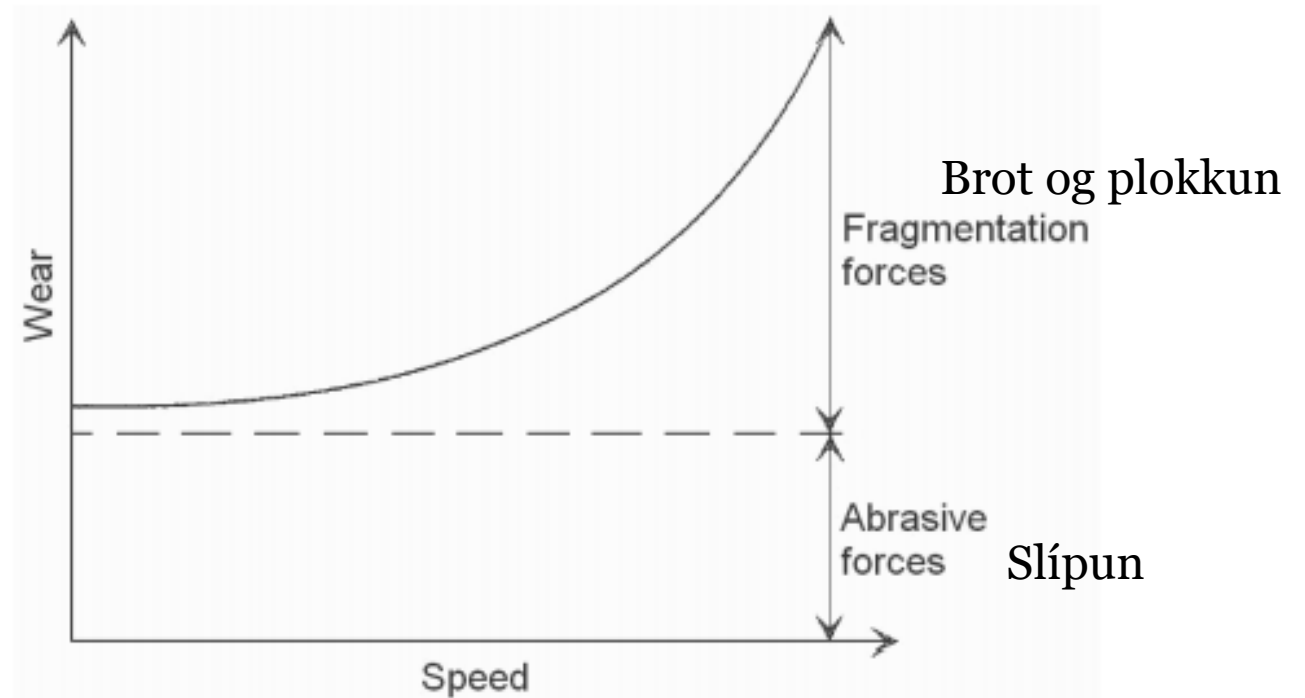
- Fjöldi bíla á nöglum
- Þyngd nagla, fjöldi nagla í dekki
- Þyngd ökutækis, 10x meira yfirborðasslit hjá þungum bíl. Gildir eingöngu um yfirborðsslit, ekki rugla sliti á yfirborði saman við niðurbrot burðarlags. Þar eykst niðurbrot burðarlags í fjórða veldi miðað við öxulþunga.
- Hraði. Meiri hraði = meira slit (Hraði aukin úr 60 í 85 => 44% meira slit)
- Hröðun. Taka af stað og bremsa. Meira slit við gatnamót
- Slitþol malbiks. Því sterkarar malbik, því minna slit

# Slit af völdum nagla og hraði

The effect of studded tires can be divided into wear because of abrasive forces and fragmentation. At low driving speed the abrasion effect dominates, while fragmentation forces increases at higher driving speeds (Skoglund and Uthus, 1994).



Mynd: Birkir Hrafn Jóakimsson



Mynd: Brynhild Snilsberg

# Slitið og nagladekkin

Bíll á nöglum slítur malbiki miklu meira en bíll á ónegldum dekkjum.

Nýlegar rannsóknir segir 20-40x meira slit af nýjum nagladekkjum.

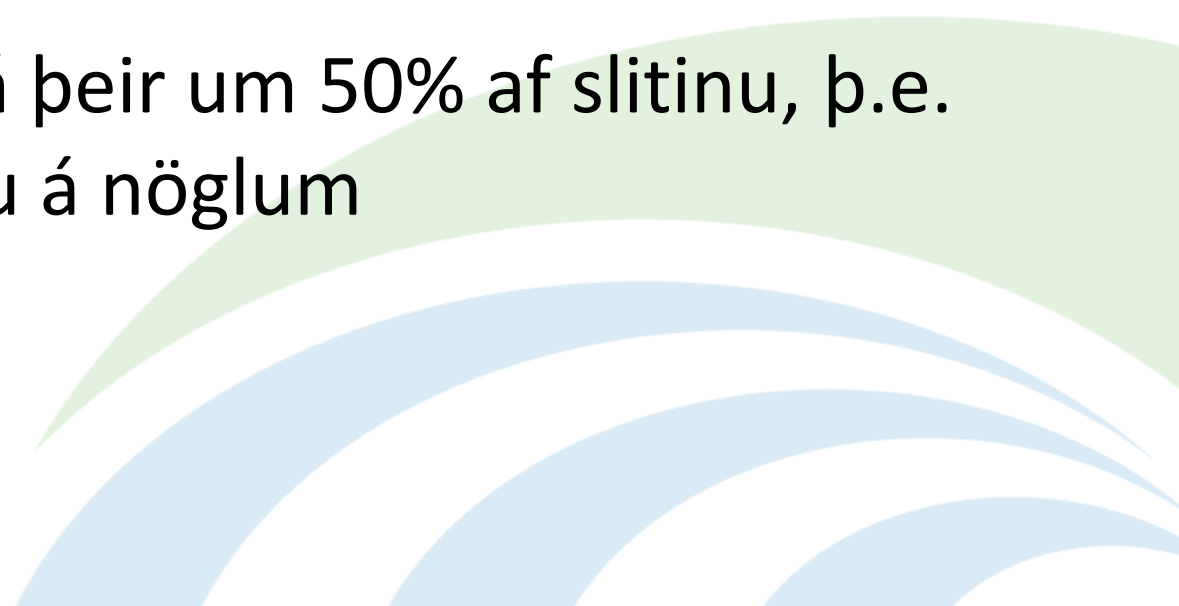
Hálfslitinn nagladekk slíta meira.

Þróun í nöglum gegnum árin. Léttari og slíta minna en samt miklu meira slit en af ónegldum dekkjum

Slitmáttur mismunandi kynslóða nagladekkja

<b>Year</b>	<b>SPS (g/km)</b>
1970	25-30
1980	20
1990	12-15
2000	5-10

# Slitið og nagladekkin

- **Hversu miklu slíta bílar á nöglum v.s. bílar á ónegldum dekkjum**
  - **Forsendur að nagladekk slíti 20X meira. (varfærin tala)**
  - Ef 50% bíla eru á nöglum => Bílar á nöglum sjá um 95% slits af völdum dekkja
  
  - Ef aðeins 5% bíla eru á nöglum sjá þeir um 50% af slitinu, þ.e. jafnmikið og hin 95% sem ekki eru á nöglum
- 



# Tilraun á vegsliti og svifryksmyndun inn á rannsóknarstofu

Hér er eingöngu slit af völdum dekkja, engin veðrun, ekkert salt



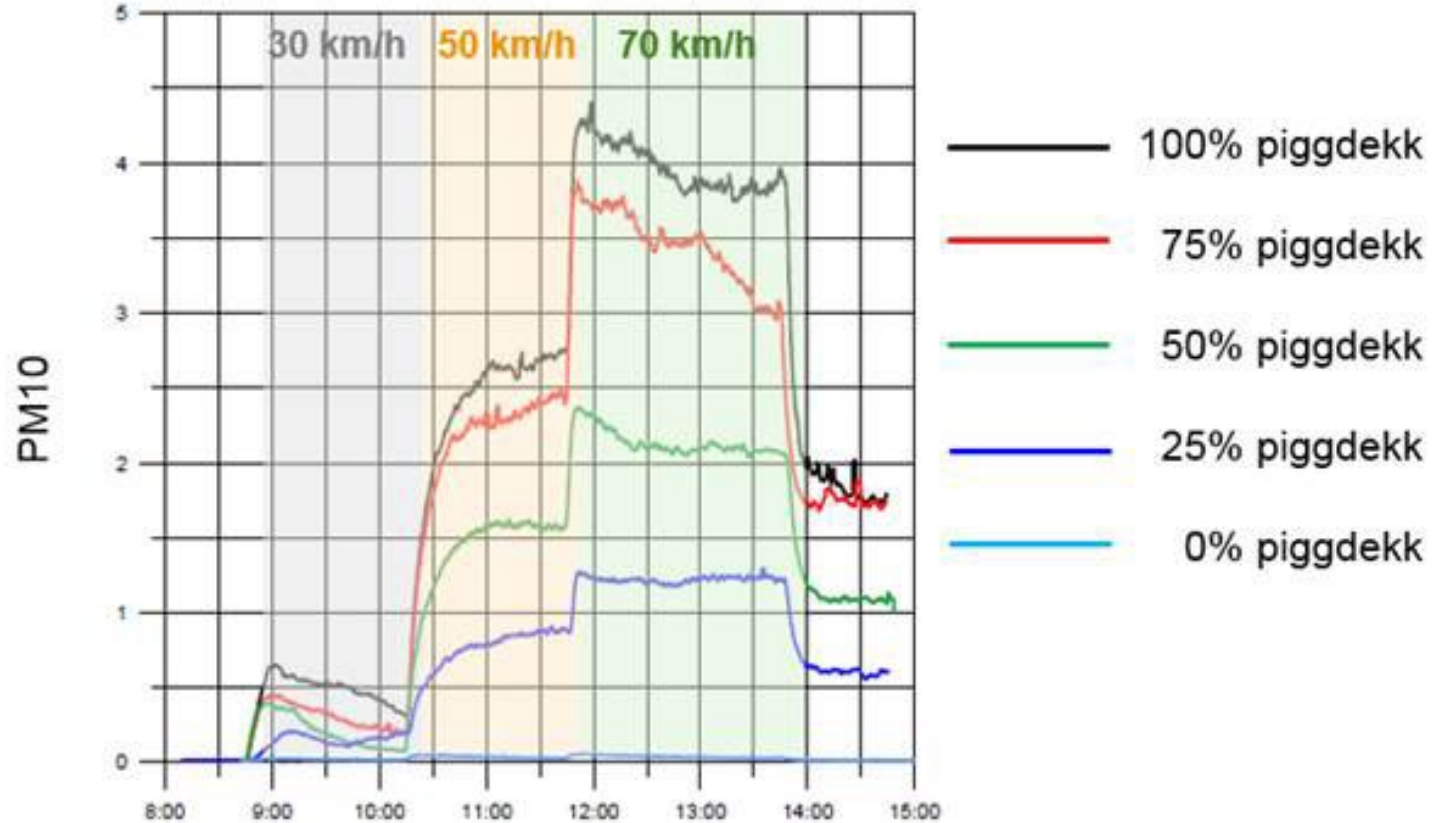


# Helstu niðurstöður.

## Tires

- Studded tires produce a lot of road dust!
- Studded tires produce a lot of PM10
- Summer tires produce a lot of organic particles

	Studded tire	Non-studded winter tire	Summer tire
Total amount (gram/hour)	92,7	2,3	3,0
PM10 (%)	29	13	10
Organic material (%)	10,5	14,5	26,6



# Slit/niðurbrot á malbiki

- Aðeins hluti af slitinu er minna en PM10 (c.a. 30%).
- Stærri korn geta síðar brotnað niður undan umferð í minni korn.
- Aðrir þættir skipta miklu máli.
  - Frost-þíðusveiflur. Mun tíðari hér en t.d. í Stokkhólmi.
  - Saltnotkun (frost-þýðu áhrif aukast) /sandnotkun (sandpappíráhrif)
  - Naglar x salt x frostþýðusveiflur = mjög mikið slitálag

# Gæði malbiksins

- „Íslenskt malbik er handónýtt“
- Það eru um 30 ár síðan fyrsti farmurinn af sænsku graníti var fluttur inn. Í dag er eingöngu notað erlent steinefni á umferðarpungar götur í þéttbýli.
- Frá 2007, miklar framfarir í malbiksgerð hvað varðar deigar formbreytingar í malbiki.
- Malbik sem lagt er á umferðarmiklar götur í dag er mjög sterkt og uppfyllir öll viðmið um gæði malbiks
- En íslensk veðráttu eykur mjög slit malbiks



# Uppsöfnun slits

- Minni nagladekkjanotkun dregur úr sliti. Beint samband og mjög sterk tengsl.
- Minni nagladekkjanotkun dregur ekki eins skýrt úr svifryki. Mjög háð veðri. Nær slitið að verða loftborðið strax (Svíþjóð í langvarandi frosti og þurrki) eða safnast slitið upp á götunni? (Reykjavík í endalausum umhleyplingum)
- Götur í Rvk geta verið blautar vikum saman yfir veturinn. Stór hluti efnis sem slitnar fer af því svæði sem bílarnir aka á. Fer út í kant, upp á eyjur og í niðurföll. Gatan sjálf (fyrir utan kantinn) helst nánast jafn óhrein óháð hvort 20% eða 80% bíla eru á nöglum. Umferðin kastar stórum hluta af efni sem slitnar út í kantana eða alveg út af götunni. Mikið ryk fyrstu þurru dagana eftir bleytutíð

# Uppþyrlun

- Til að slitið malbik verði loftborðið þarf vegyfirborð að vera þurrt.
- Bíll án nagla þyrlar upp jafnmiklu ryki (nánast) og bíll á nöglum.
- Því meiri hraði því meiri uppþyrlikraftar.
  - Dekkin sjálf þyrla upp
  - Öll yfirbygging bílsins skapar uppþyrlikrafta
  - Stórir bílar þyrla meira upp en litlar bílar
- Í Reykjavík eru aðstæður til uppþyrlunar sjaldnar en geta orðið verri heldur en t.d. í Stokkhólmi vegna uppsöfnunar í bleytutíð.
- Í Osló er hraði á völdum götum lækkaður úr 80 í 60 á veturnar til að
  - a) minnka slit
  - b) minnka uppþyrlun.

# Mótvægisaðgerðir

- Fækka bílum á nöglum?
- Sópa götur?
- Þvo götur?
- Rykbinda götur?







## Götusópun á Miklubraut

Þykka lagið í kantinum er mest áberandi. Því er sópað burtu (langmestu af því) en lítill hluti af fínefnum þess smyrst út á götuna.





Við sópun er bleytt í svo ryk þyrlist ekki upp við verkið





Allt orðið hreint?



# Eða hvað?

Hér var sópað nokkrum mínútum áður en myndin var tekin. Mest allt af óhreindum farið en restinni af fínefninu hefur verið smurt út á götuna. Nánast óhjákvæmilegt að þetta gerist.



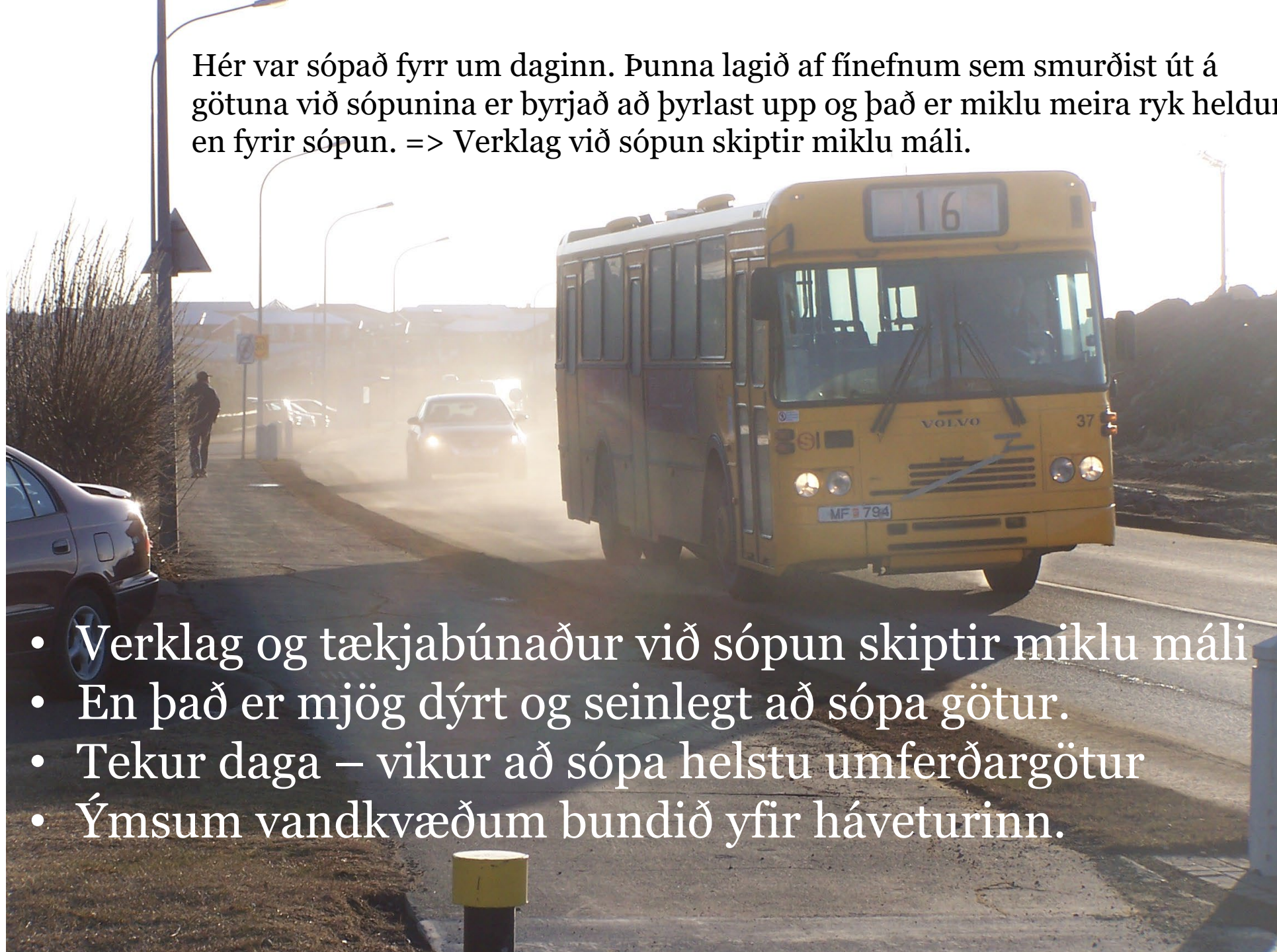




Mynd: Sverrir Páll Erlendsson



Hér var sópað fyrr um daginn. Þunna lagið af fínefnum sem smurðist út á götuna við sópunina er byrjað að þyrlast upp og það er miklu meira ryk heldur en fyrir sópun. => Verklag við sópun skiptir miklu máli.



- Verklag og tækjabúnaður við sópun skiptir miklu máli
- En það er mjög dýrt og seinlegt að sópa götur.
- Tekur daga – vikur að sópa helstu umferðargötur
- Ýmsum vandkvæðum bundið yfir háveturinn.



Þarf að smúla þegar búið er að sópa?



# Þarf ekki bara að sópa meira?

- Sópun og gatnahreinsun gerir gagn en ekki endilega frá degi til dags.
- Sópun getur skapað rykmengun meðan sópað er og einnig næstu 1-2 daga á eftir því ákveðið jafnvægi í staðsetningu óhreininda á götunni raskast.
- Þó vegsópur nái upp 95% óhreininda smyr hann, ef verklag er ekki rétt, restin yfir svæði sem áður voru hrein eins og t.d. hjólför.
- **Sópun kemur þó í veg fyrir mikla uppsöfnun slitefnis sem getur þá byrlast upp síðar í miklu magni þegar aðstæður eru réttar.**
- **Getum þó ekki eingöngu sópað okkur út úr svifryksvandamálinu**
- Eftir margra vikna vetrarfærð tekur vikur að sópa borgina

# Rykbinding

- Hægt að rykbinda helstu umferðargötur á parti úr degi en það tekur daga eða vikur að sópa sömu götur
- Rykbinding fljótleg og ódýr miðað við hreinsun, en endist stutt, 1-3 daga.
- Rykbinding hefur reynst mjög vel á norðulöndunum.
- Rykbundið oft á vetri í Stokkhólmi



Ekki er nóg að rykbinda aðeins óhreinindalagið í kantinum.  
Rykbinda þarf allt vegyfirborðið.







En er ekki þörf á að rykbinda allar akgreinar á umferðarmestu götunum?  
Hér má sjá greinilega uppþyrlun inn á miðri götu.

Rykbinding þarf að vera partur af almennri vetrarþjónustu






# Rykbinding passar vel að annarri vetrarþjónustu

- Hægt að nota sama mannskap, sama tækjabúnað, mikið til sömu efni, sama vakt-, viðbúnaðar- og eftirlitskerfi
- Álagstímar í hálkuvörnum og rykbindingu falla aldrei sama



# Samþætta betur hálkuvarnir og rykbindingu

- Inn á miðju nagladekkja tímabili fæst líklega mest fyrir peninginn með rykbindingu.
  - Verður að vinnast eins og snjómokstur þ.e. á vandamáladögum hafa mörg tæki í gangi við rykbindingu.
- 

# Hvað virkar best í baráttunni við vegryk?

- Norræn skýrsla sem kom út árið 2017 setti fram mat á áhrifum hinna ýmsu mótvægisaðgerða.
- <https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1069152/FULLTEXT02.pdf>





# Road dust and PM<sub>10</sub> in the Nordic countries

Measures to reduce  
road dust emissions  
from traffic



Nordic Council  
of Ministers

Action	Process affected by the action	Methods of implementation and examples from Nordic countries	Evaluation* of efficiency/comment
Studded tyre restrictions	Decreases PM <sub>10</sub> from road wear	Fee or tax implemented in several cities in Norway (Oslo, Bergen, Trondheim).	+++ (Norman et al., 2016)
		Ban on single streets or in broader zones in some Swedish cities (Stockholm, Uppsala and Gothenburg).	+ to ++ (generally) +++ (on street with ban) (Norman et al., 2016)
		Seasonal restrictions in all of the Nordic countries.	+++ (using seasonal restrictions) + to ++ (for prolonging restriction period) (Johansson et al., 2011)
		Information campaigns implemented in Norway, Sweden and Finland.	+



Action	Process affected by the action	Methods of implementation and examples from Nordic countries	Evaluation* of efficiency/comment
Street cleaning/ sweeping	Decreases suspension and wear of road and sand	Several different methods (dry vacuuming and wet sweeping) are used in Nordic countries. Dry vacuum sweeping implemented in Stockholm and Uppsala. Street scrubber implemented in Helsinki.	From - to ++ Depends on method used. Some sweeping methods can emit PM <sub>10</sub> in the short term, whereas some are able to reduce suspendable PM <sub>10</sub>

Action	Process affected by the action	Methods of implementation and examples from Nordic countries	Evaluation* of efficiency/ comment
Dust binding	Decreases suspension	Several Nordic cities use different dust binding solutions spread on the street surface. Commonly used are water solutions with Calcium Magnesium Acetate (CMA), Calcium Chloride (CaCl <sub>2</sub> ) and Magnesium Chloride (MgCl <sub>2</sub> ).	+++ Short term effect (hours) that depends on ambient relative humidity





UMHVERFISSTOFNUN

Takk fyrir