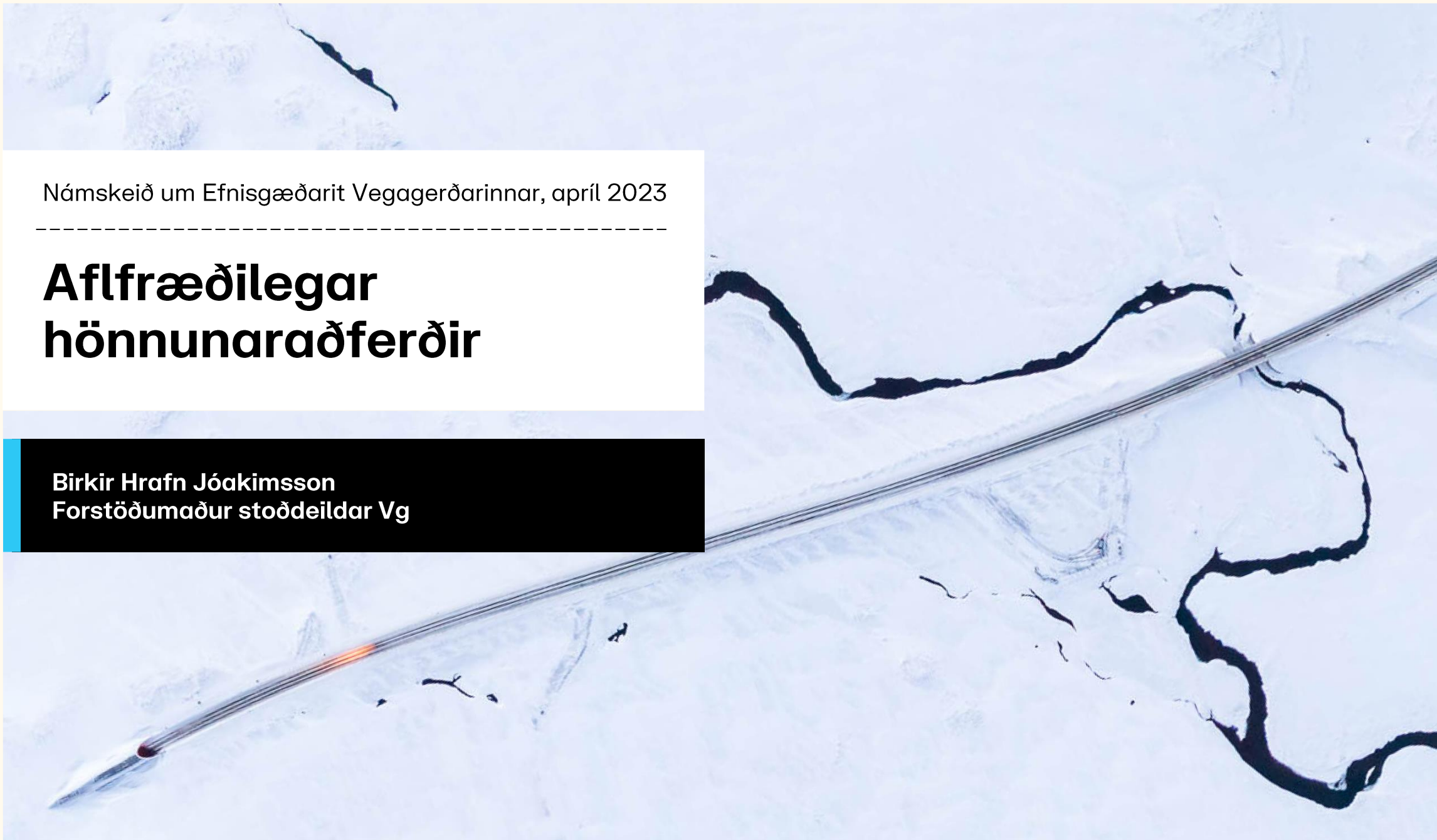




Námskeið um Efnisgæðarit Vegagerðarinnar, apríl 2023

Aflfræðilegar hönnunaraðferðir

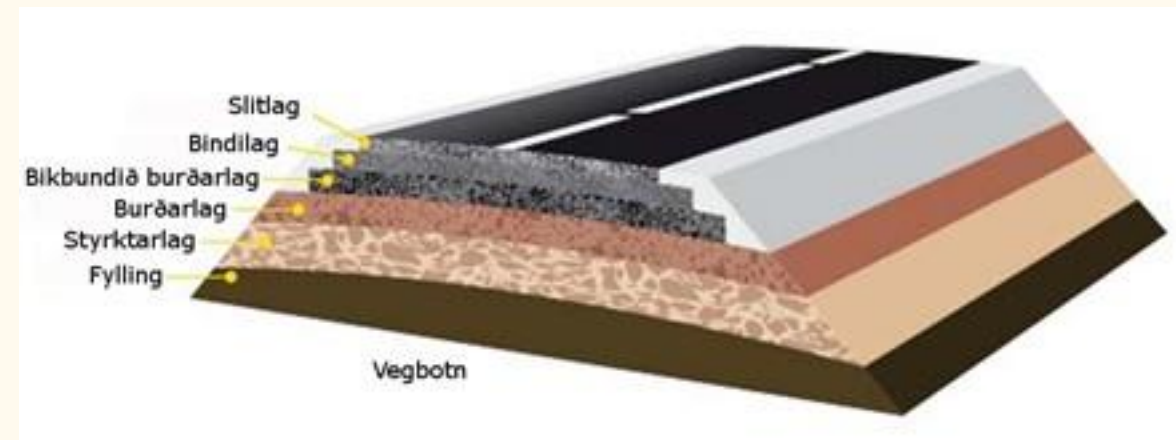
Birkir Hrafn Jóakimsson
Forstöðumaður stoðeildar Vg



- 1. Inngangur**
- 2. Bakgrunnur**
- 3. Inntaksstærðir**
- 4. Útkoma**
- 5. Kostir**
- 6. Takmarkanir (enn sem komið er)**
- 7. Dæmi**
- 8. Samantekt**
- 9. Tilvísanir**

Inngangur

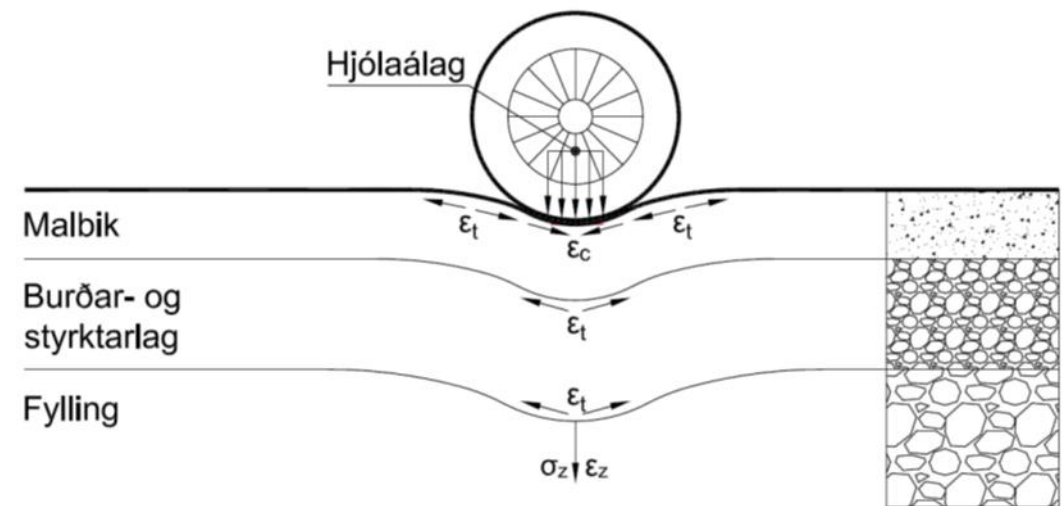
- Aðferðir við burðarþolshönnun hafa þróast með tímanum til að mæta breyttum hlutverkum samgönguinnviða
- Eftirfarandi er stutt yfirlit yfir sögu hönnunaraðferða:



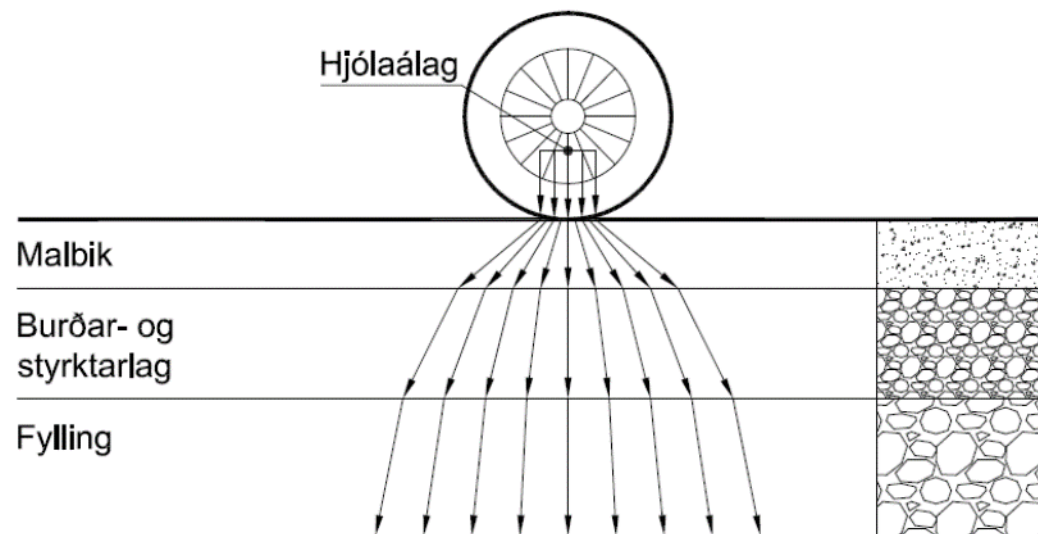
Title

Aflfræðilegar-reynslu hönnunaraðferðir fyrir malbik fela í sér notkun lögmála aflfræði til að meta svörun vegbyggingar (t.d. spennur, streitur og niðurbeygju) við umferðarálagi og bætta aðferðir við að spá fyrir um skemmdir eða hvernig notkunarmöguleikar breytast með tíma. Notkun á aðferð sem byggð er á lögmálum aflfræði tryggir grunnskilning á svörun vegbyggingar við tilteknum aðgerðum og álagstílfellum. Þessi raunhæfari aðferðafræði ætti einnig að tryggja nauðsynlegan sveigjanleika, það er að með aðferðinni ætti að vera hægt að bregðast við breyttu efnisvali og öðruvísi álagstílfellum

- Aflfræðilegar reynslu hönnunaraðferðir (MEPDG – Mechanical Empirical Design) eru aðferir til að hanna uppbyggingu vega með sveigjanlegu slitlagi miðað við vænta frammistöðu við mismunandi umferðar og umhverfisaðstæður
- Aðferðin sameinar hefðbundnar reynsluaðferðir, sem byggir á frammistöðugögnum, og aflfræðilegri greiningu sem tekur til greina eðliseiginleika slitlaga og neðri laga og það hvernig þau bregðast við álagi.



- Mikilvægur þáttur þegar kemur að hönnun byggðri á aflfræði-reynslu aðferðum er að nota réttar prófanir í rannsóknarstofu, sem líkja næganlega vel eftir raunhegðun malbiks. Án þess er ekki hægt að búast við að spár um skemmdir og endingu muni standast..

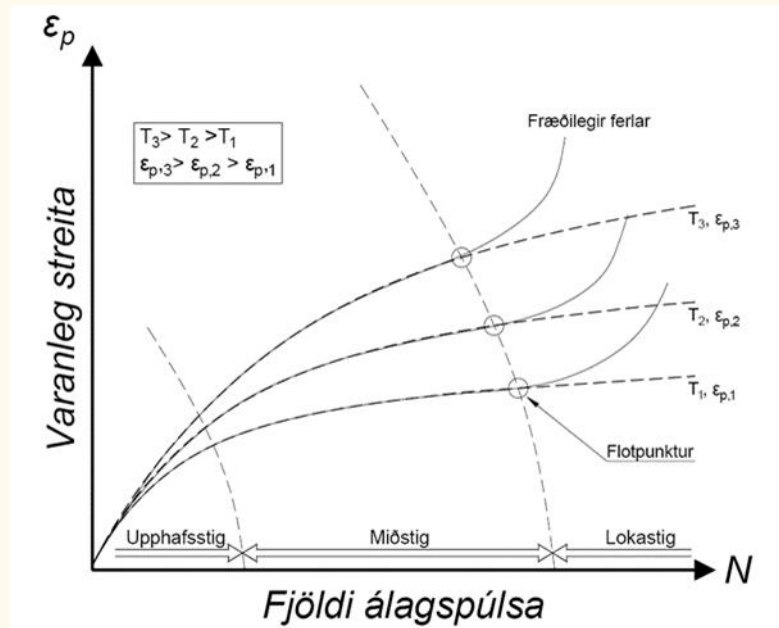


Mikilvægustu þættir sem hafa áhrif á gæði og þróun niðurbrots malbiksins eru:

- Þversnið vegbyggingarinnar
- Veðurfarsskilyrði sem malbikið verður fyrir allan líftíma þess
- Umferðarálag sem malbikið verður fyrir, öxulþungi
- Efniseiginleikar þeirra mismunandi laga sem malbikslagið samanstendur af og undirbyggingu þess

Mikilvægi þessarar aðferðar liggur í því:

- Að geta spáð fyrir um frammistöðu veghlots og vegar við ýmsar aðstæður. Þetta getur leitt til áreiðanlegri og hagkvæmari hönnunar.
- Gera hönnuðum kleift að meta áhrif mismunandi efna og aðferða á frammistöðu vega og þannig hámarkað gæði og dregið úr líkum á snemmbærum skemmdum



Aðferðin felur í sér:

- Að optamera þykkti laga
 - Slitlags og burðarlagsmalbiks
 - Burðarlaga, óbundinna og bundinna
- Miðað við efniseiginleika



Dæmigerð þrep hönnunar:

- Umferðargreining
 - Greina og spá fyrir um umferð og fjölda þungra öxla
- Greina efniseiginleika
 - Ákvarða eðlisfræðilega og aflfræðilega eiginleika efna,
- Veðurfarsgreining
 - Frostþýðusleiflur, frostdýptir, dren og hitastig
- Greining veghlotsins
 - Ákvarða þykktir og uppbyggingu sem þarf til að standa undir væntanlegu umferðarálagi og umhverfisaðstæðum.
- Lífsferilsgreining (kostnaðar)
 - Meta hagkvæmni mismunandi valkosta yfir líftíma vegarins

Af hverju er þetta svona mikilvægt?

→ Öryggi

→ Rétt hönnuð uppbygging tryggir öruggari aðstæður fyrir ökumenn, minnkar líkur á skemmdum í vegi

→ Ending

→ Vel hannaður vegur þolir betur umferðaralag og umhverfisaðstæður og veitir lengri endingartíma með minna viðhaldi

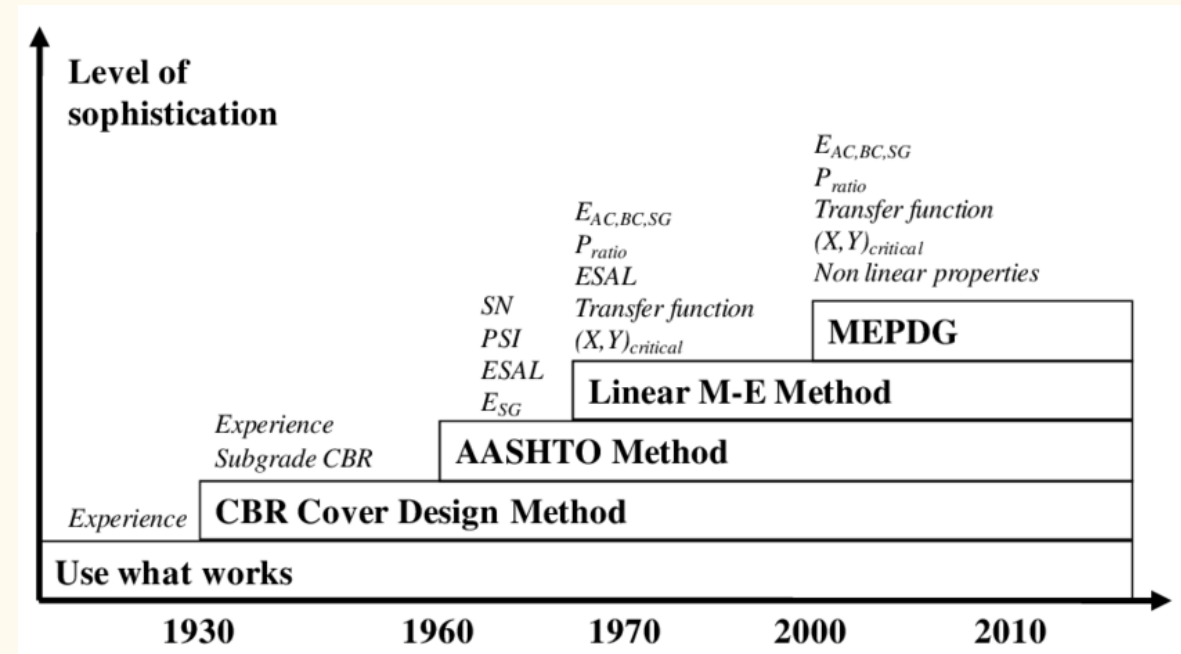
→ Sjálfbærni

→ Rétt hannaður vegur minnkar umhverfisáhrif og dregur úr kolefnisspori

→ Rétt hönnun veghlots er nauðsynleg til að tryggja öruggt, endingargott, hagkvæmt og sjálfbært mannvirki sem uppfyllir þarfir vegfarenda og samfélagsins

Bakgrunnur

- Aðferðir við burðarþolshönnun hafa þróast með tímanum til að mæta breyttum hlutverkum samgönguinnviða
- Eftirfarandi er stutt yfirlit yfir sögu hönnunaraðferða:



1880-1900

Elstu vegirnir voru byggðir með staðbundnum efnum og byggingaraðferðum, þar sem lítið tillit var tekið til hönnunar eða frammistöðu.

Fyrsta skráða hönnunaraðferðin var þróuð á níunda áratug þarsíðustu aldar af George S. Greene, sem mælti með mól eða lagi brotnum stein sem var toppaður með bikbindiefni og yfirborðslagi af möluðu steini.



1920 - 1930

Fyrsta alhliða hönnunaraðferðin var þróuð á öðrum áratugnum af þjóðvegadeild Kaliforníu, sem notaði blöndu af reynslu- og fræðilegum aðferðum til að ákvarða slitlagsþykktir út frá umferðarálagi og jarðvegseiginleikum. Þessi aðferð var síðar þekkt sem California Bearing Ratio (CBR) aðferðin.



1940-1950

Í seinni heimsstyrjöldinni þróaði verkfræðingadeild bandaríska hersins þríasapróf, sem notaði rannsóknarstofuprófanir til að ákvarða styrk og stífnieiginleika við mismunandi álag og umhverfisaðstæður. Þessi aðferð var síðar aðlöguð til notkunar við hönnun þjóðvega

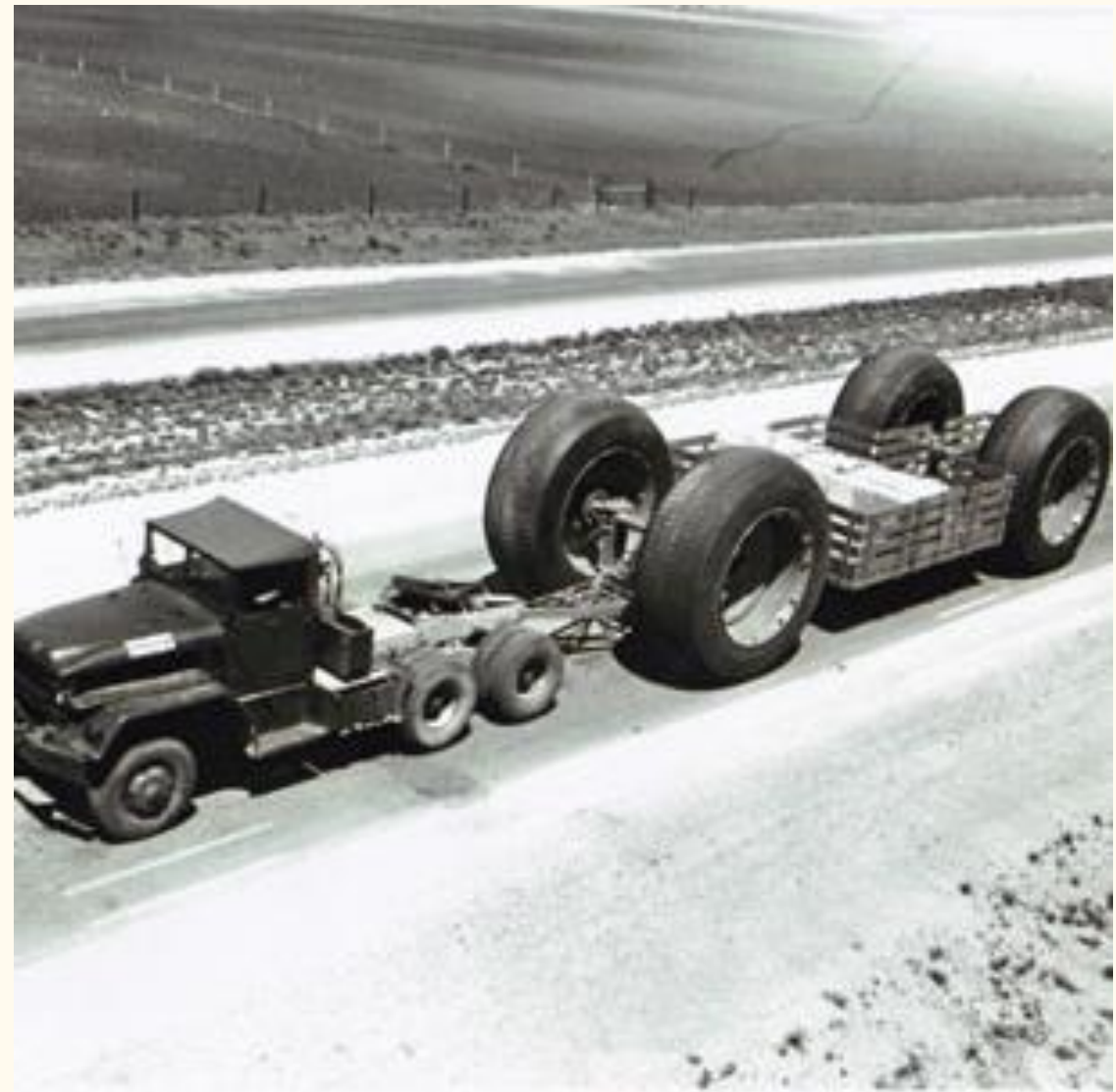


1960 - 2000

Þróun aflfræðilegra hönnunaraðferða má rekja aftur til um 1960, þegar AASHO prófin voru framkvæmd.

Útkoman var mikið magn gagna sem hjálpaði til við að þróa aflfræðilegar aðferðir

Á níunda áratugnum þróaði Strategic Highway Research Program nákvæmari aðferðir með notkun prófana á rannsóknastofum og líkana sem leiddi til fyrstu útgáfu aðferðarinnar á tíunda áratugnum.

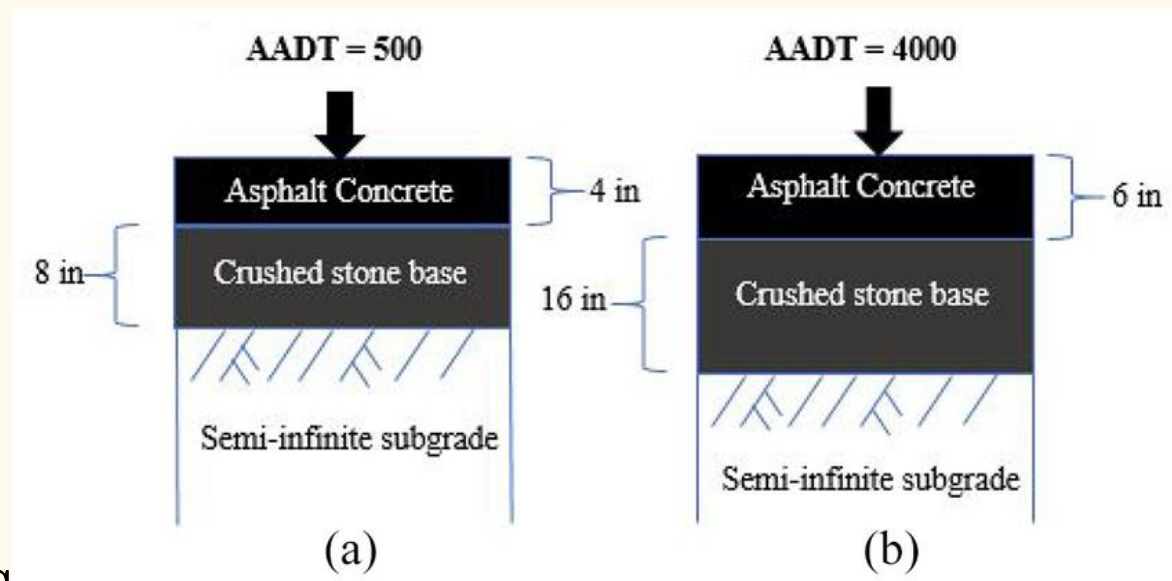


2000 -

Fyrsta útgáfan af MEPDG kom út árið 2004 og síðan kom uppfærð útgáfa árið 2008. 2008 útgáfan innihélt endurbætur á líkönum og kvörðun, auk nýrra eiginleika eins og getu til að gera grein fyrir umhverfisáhrifum á frammistöðu slitlags.

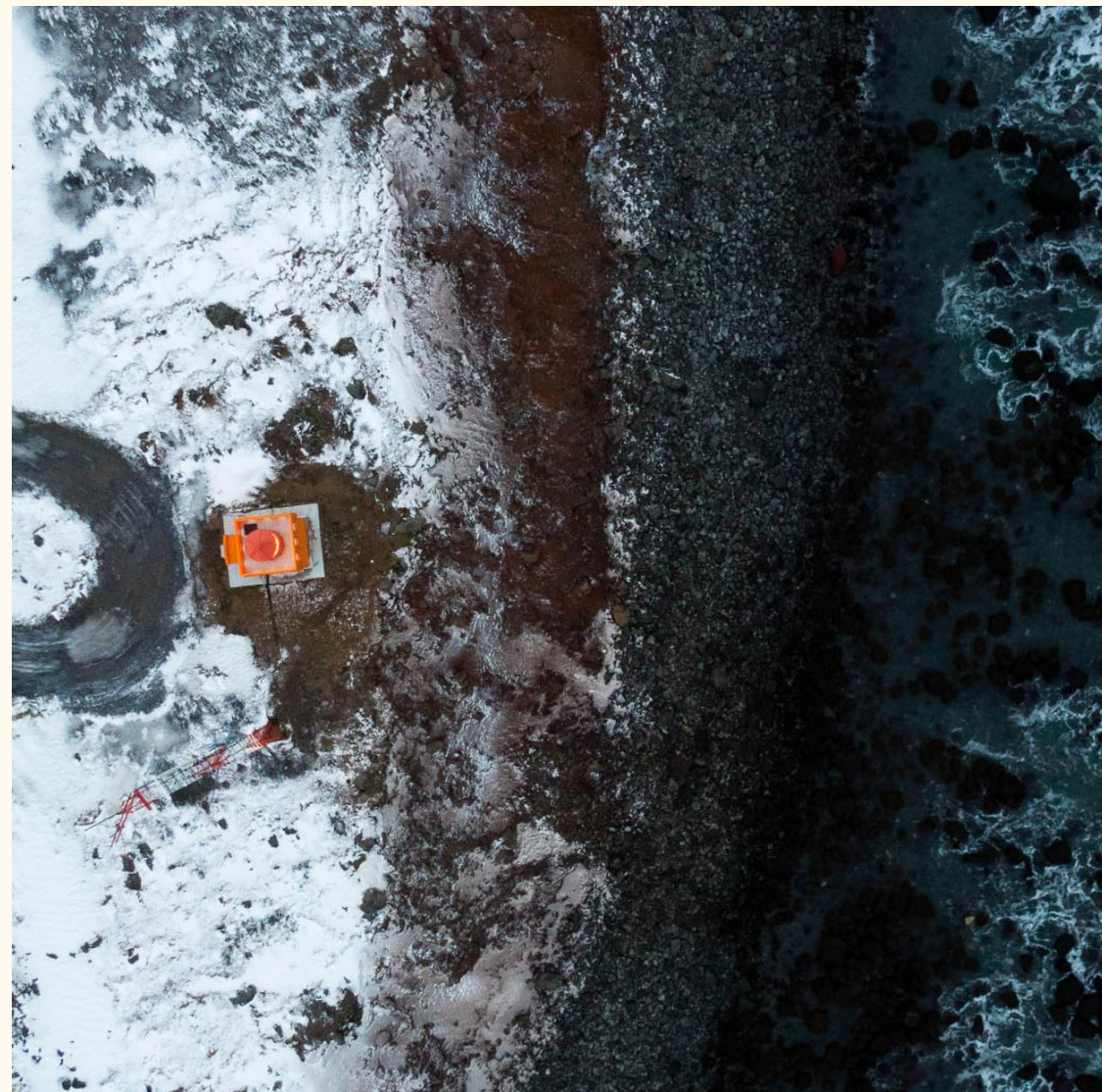
Útgáfa af MEPDG, sem gefin var út árið 2015, felur í sér frekari endurbætur eins og bættar kvörðunaraðferðir, ný frammistöðulíkön á slitlagi og getu til að gera grein fyrir eiginleikum slitlagsyfirborðs og áhrifum á samspil ökutækis og slitlags.

Nýjasta útgáfan er frá 2020



Inntaksstærðir

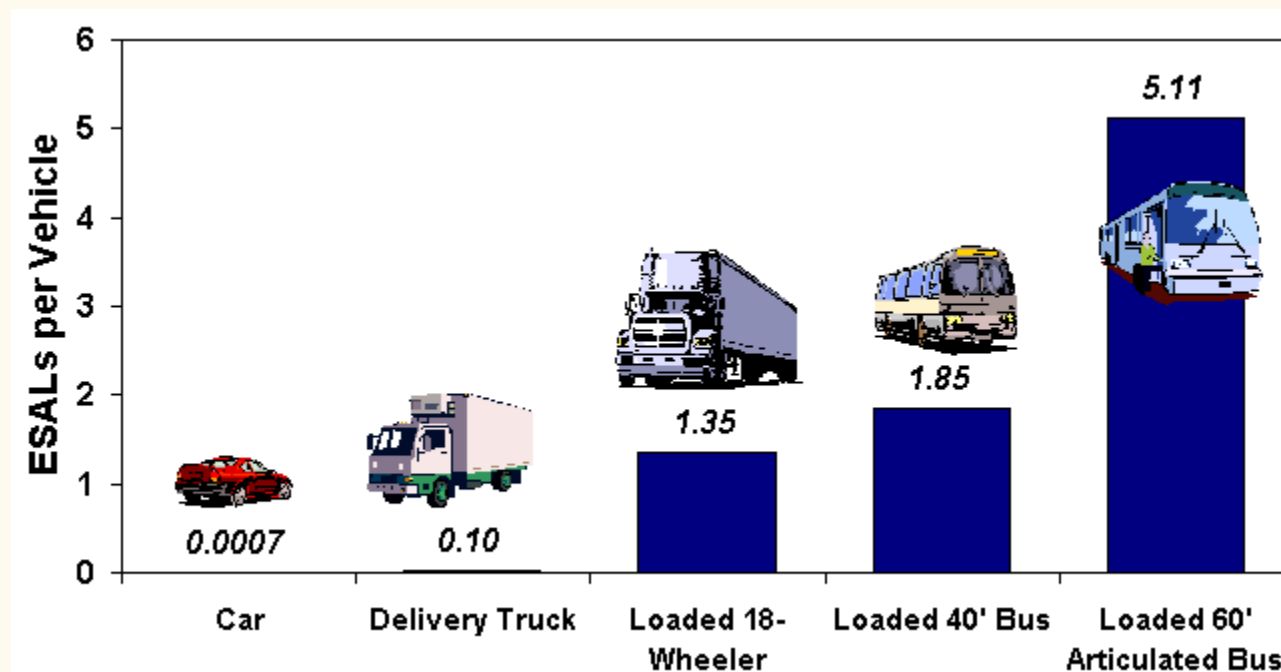
- Aðferðin krefst margs konar inntaksbreyta til að spá nákvæmlega fyrir um frammistöðu slitlags við mismunandi umferðar- og umhverfisaðstæður. Þessar breytur innihalda meðal annars umferðargögn, loftslagsgögn og efniseiginleika.



Umferðargögn

MEPDG krefst upplýsinga um umferðarmagn, gerðir ökutækja og öxulálag til að spá fyrir um frammistöðu veghlots.

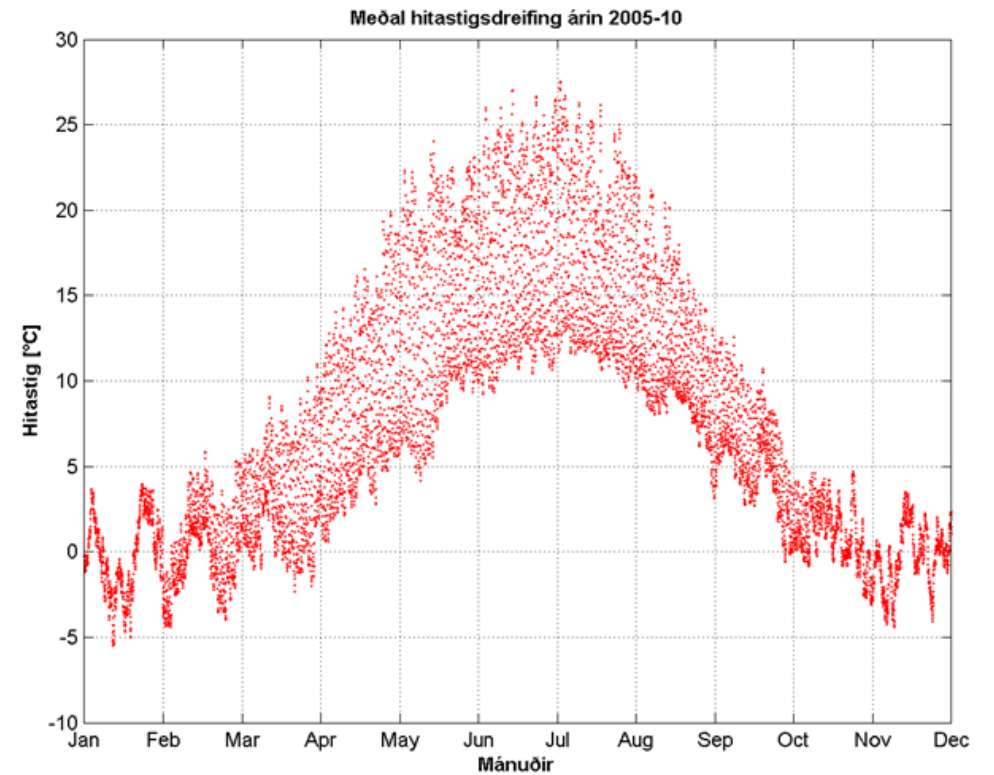
MEPDG notar hugtak sem kallast „equivalent single axle load“ (ESAL) jafngildisöxlar til að gera grein fyrir skaðlegum áhrifum mismunandi ökutækjagerða og ásálags. ESAL táknar fjölda 100 kN ása



Vefðurfarsgögn

MEPDG krefst upplýsinga um loftslagsaðstæður, eins og hitastig, úrkomu og frost-þíðu sveiflur, til að spá fyrir um frammistöðu.

Þessar upplýsingar er hægt að fá úr staðbundnum veðurskrám eða með líkanagerð byggð á sögulegum gögnum.



Efniseiginleikar

MEPDG krefst upplýsinga um þykkt og samsetningu laga í vegi, svo og styrk og stífleika undirliggjandi jarðvegs.

Þessar breytur er hægt að ákvarða út frá staðbundnum aðstæðum og verkfræðilegu mati, eða með líkanagerð sem byggir á jarðtækni- og prófunargögnum.

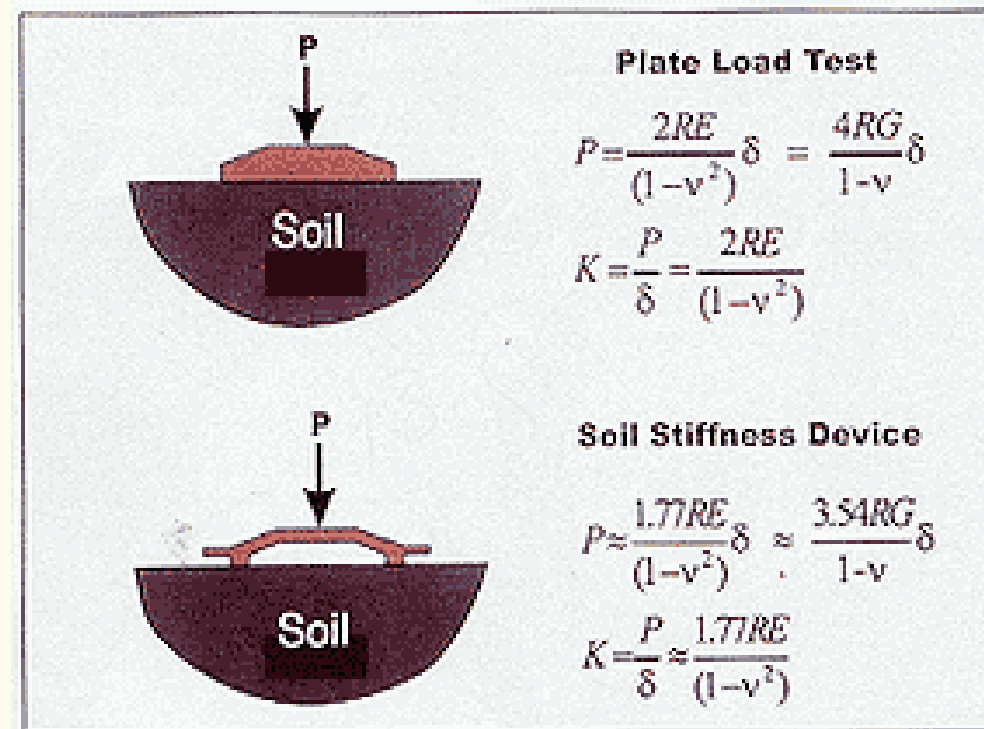
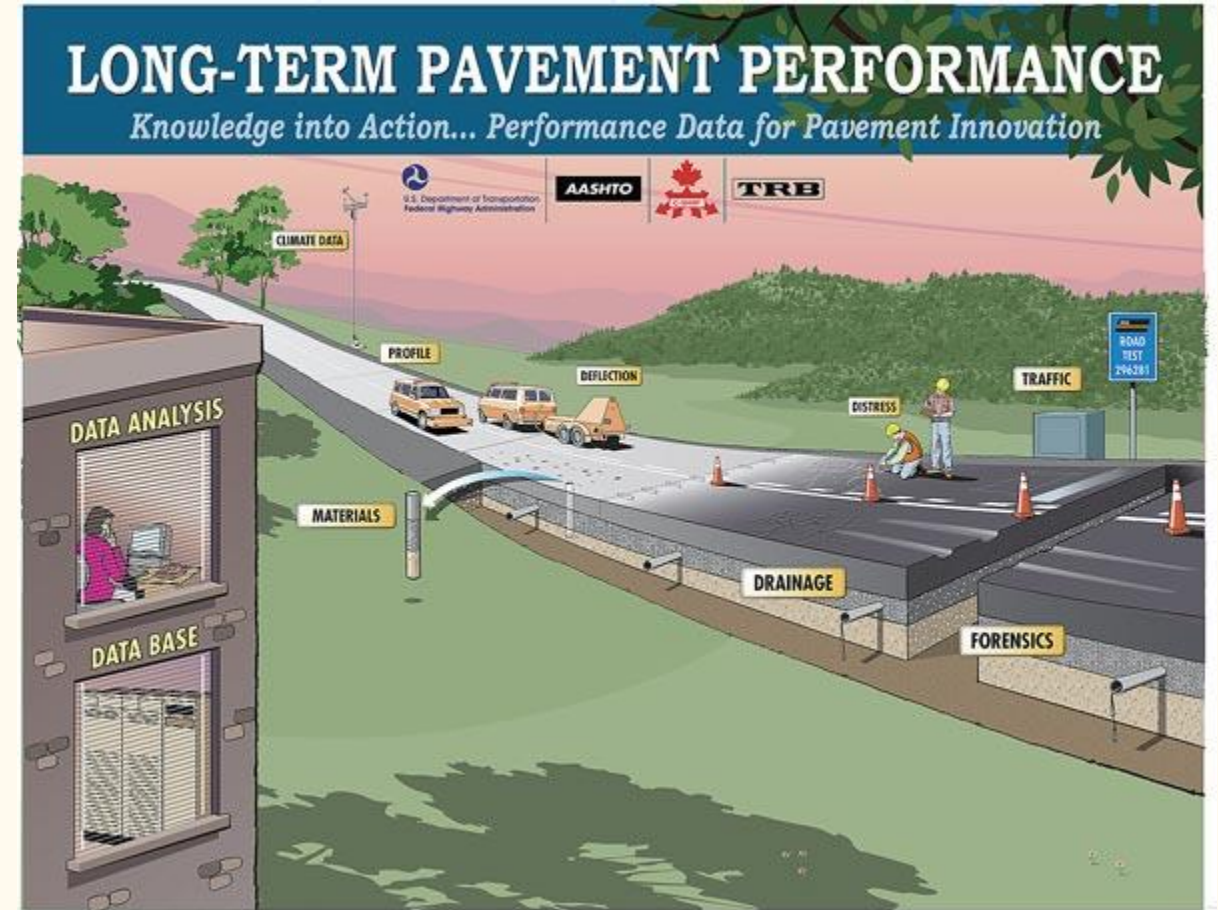


Figure 3 — Plate load test vs. the soil stiffness gauge.

Útkoma

- Útkoma úr slíku líkani er t.d.:
- Parametrar fyrir hönnun og viðhald
- Hjálpa við ákvarðanatöku
- Tryggja frammistöðu
- Hagkvæmni
- Ending

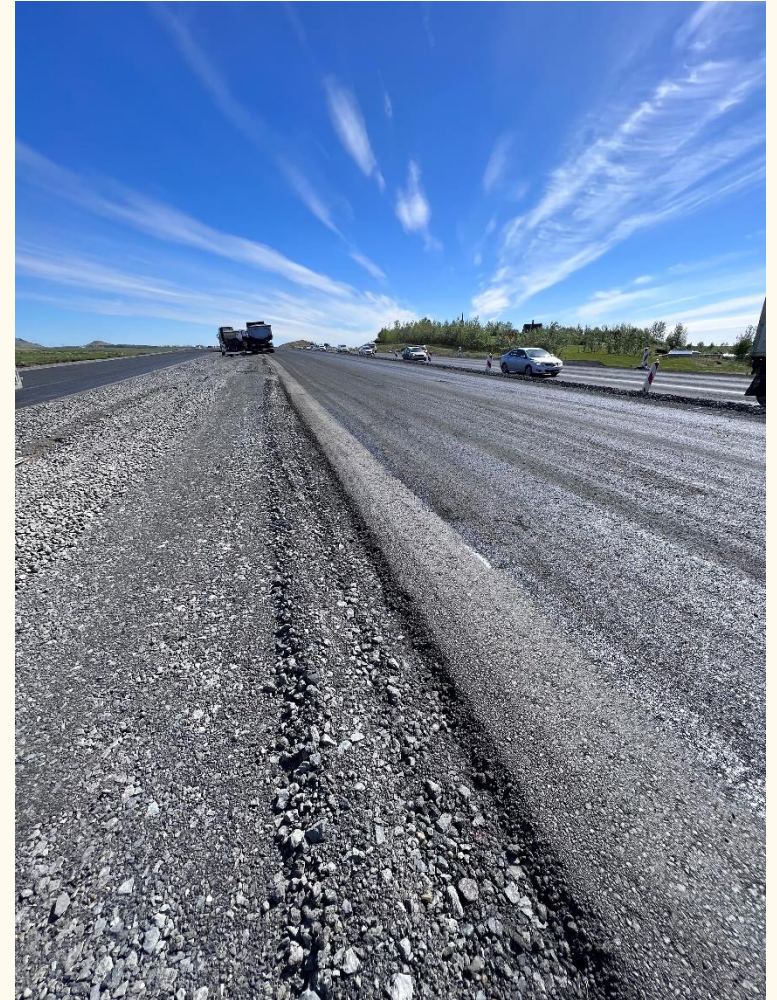


Kostir

→ Aðferðin hefur ýmsa kosti fram yfir þær aðferðir sem eru notaðar í dag

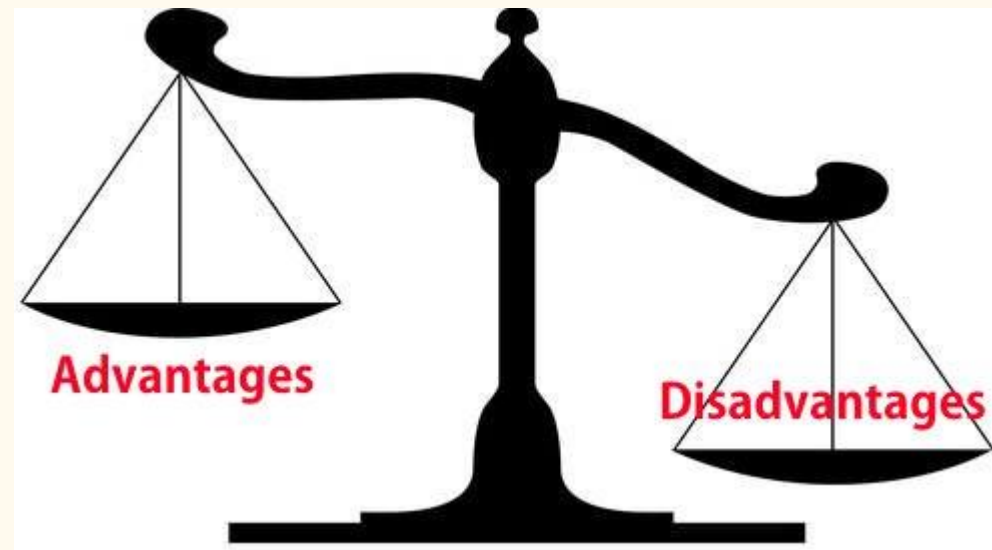



- Meiri nákvæmni og samræmi
- Betra mat á frammistöðu
 - Meiri möguleikar í efnisvali
- Skilvirkari nýting auðlinda
 - Sparnaður
- Sveigjanleiki
 - Nýbyggingar og viðhald og margar gerðir t.d. slitlags



Ókostir

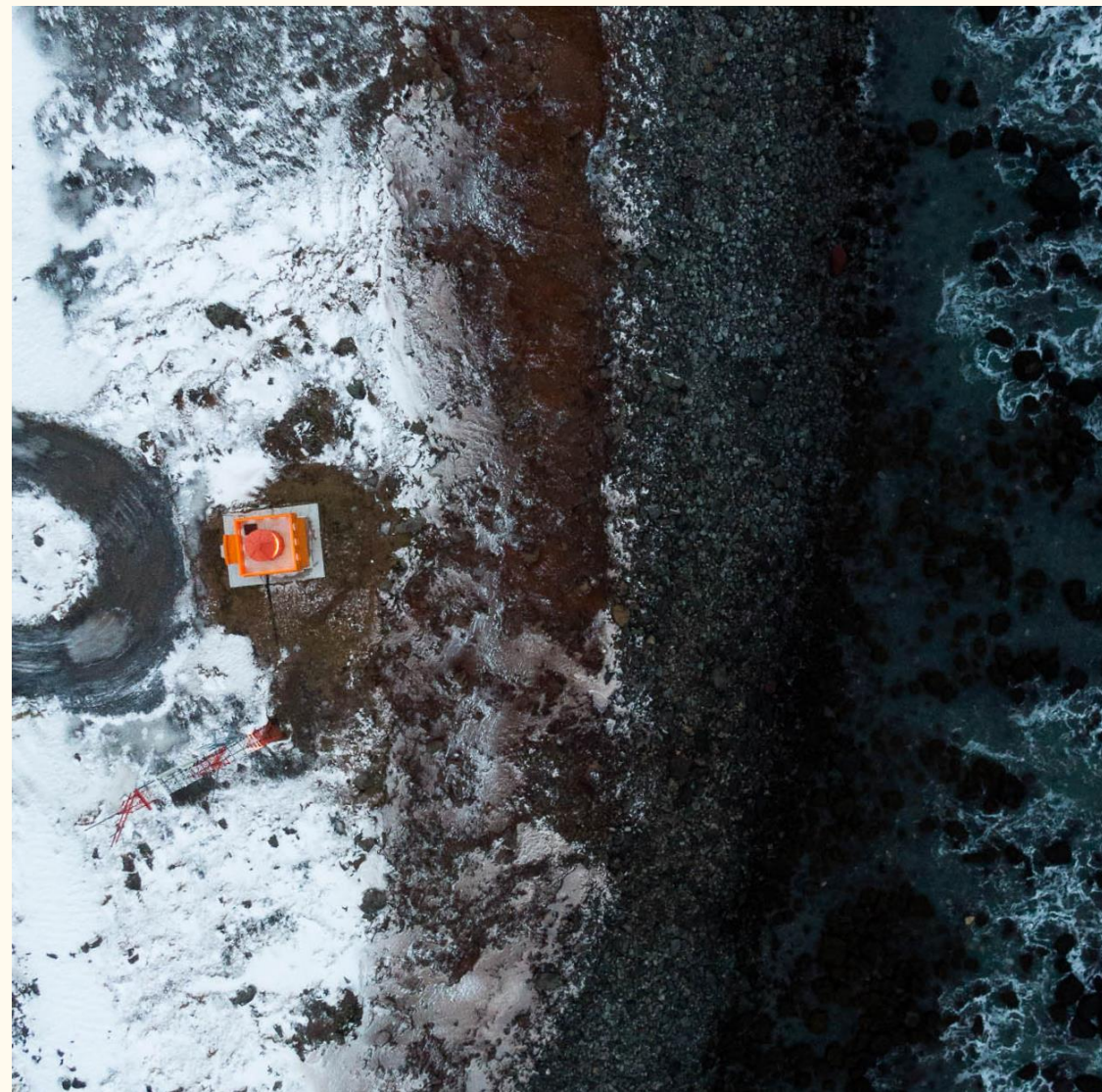
→ Enn sem komið er eru ýmsar takmarkanir



- 
- Þörf á nákvæmum gögnum
 - Þarf að heimfæra á svæði
 - Nær ekki yfir allar skemmdir
-
- En með því að skilja og þekkja takmarkanirnar er hægt að nýta þetta tól til að gera góða hönnun enn betri

Dæmi

→ MEPDG hefur verið innleidd á ýmsum stöðum að fullu eða að hluta



Ohio

Var notað til að hanna nýtt slitlag fyrir hluta af Interstate 70

Slitlagið varð 25% þynnra og þar sparaðist um \$3 milljónir



