

Orkugjafar fyrir strætisvagna

Sandra Rán Ásgrímsdóttir

Sigurður Páll Steindórsson

Teitur Gunnarsson

Reykjavík, 16.08.2019



MANNVIT



strætó.is

Bakgrunnur

Að beiðni Strætó bs. hefur Mannvit endurskoðað og uppfært greiningu sína frá 2017 um útskipti orkugjafa fyrir vagnafloata Strætó.

Bornar voru saman eftirfarandi vagnategundir:

- Díselvagnar
- Rafmagnsvagnar
- Metanvagnar
- Vetrnisvagnar





Kostnaðarmat

Kostnaðarmat

Grunnforsendur

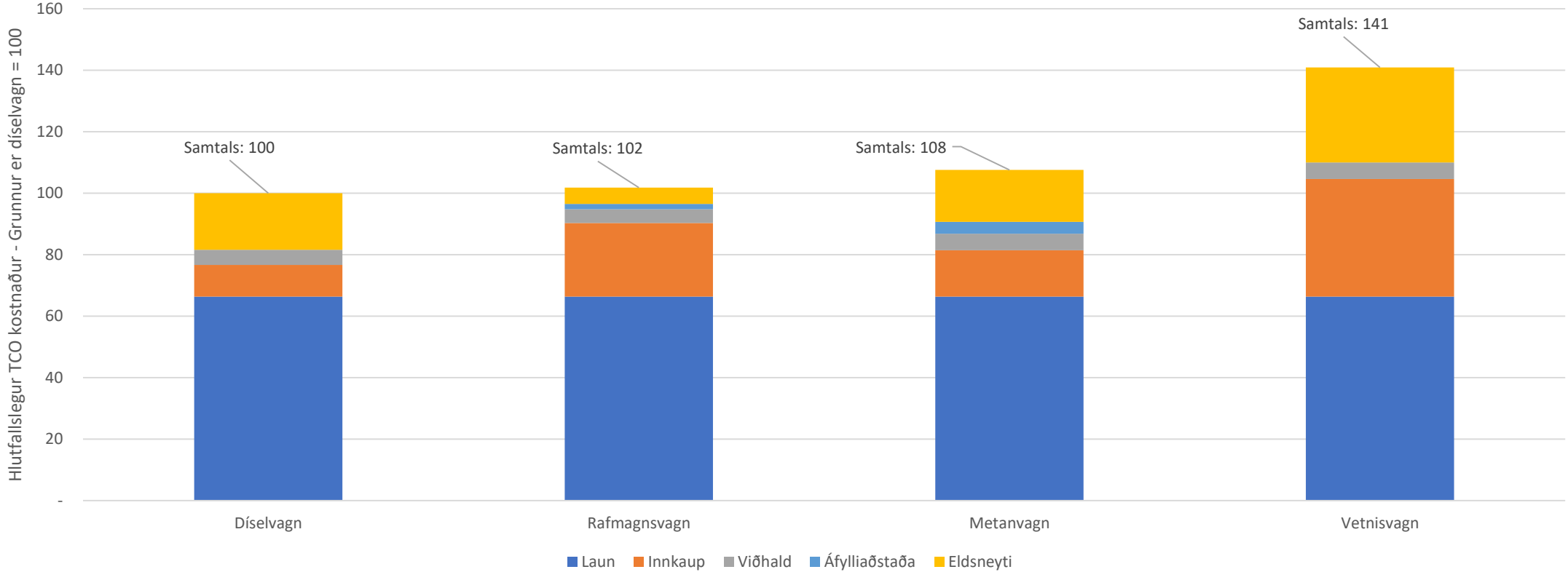
- Kostnaðarmatið byggir á TCO (Total Cost of Ownership) aðferðarfræði
- Almennt eru allar kostnaðartölur með vsk.
- Gert er ráð fyrir 4,5% fjármagnskostnaði og 10 ára afskriftartíma fyrir vagna og búnað
- Kostnaðartölur byggja á upplýsingum frá rekstraraðilum/birgjum og reynslutölum

Kostnaðarmat

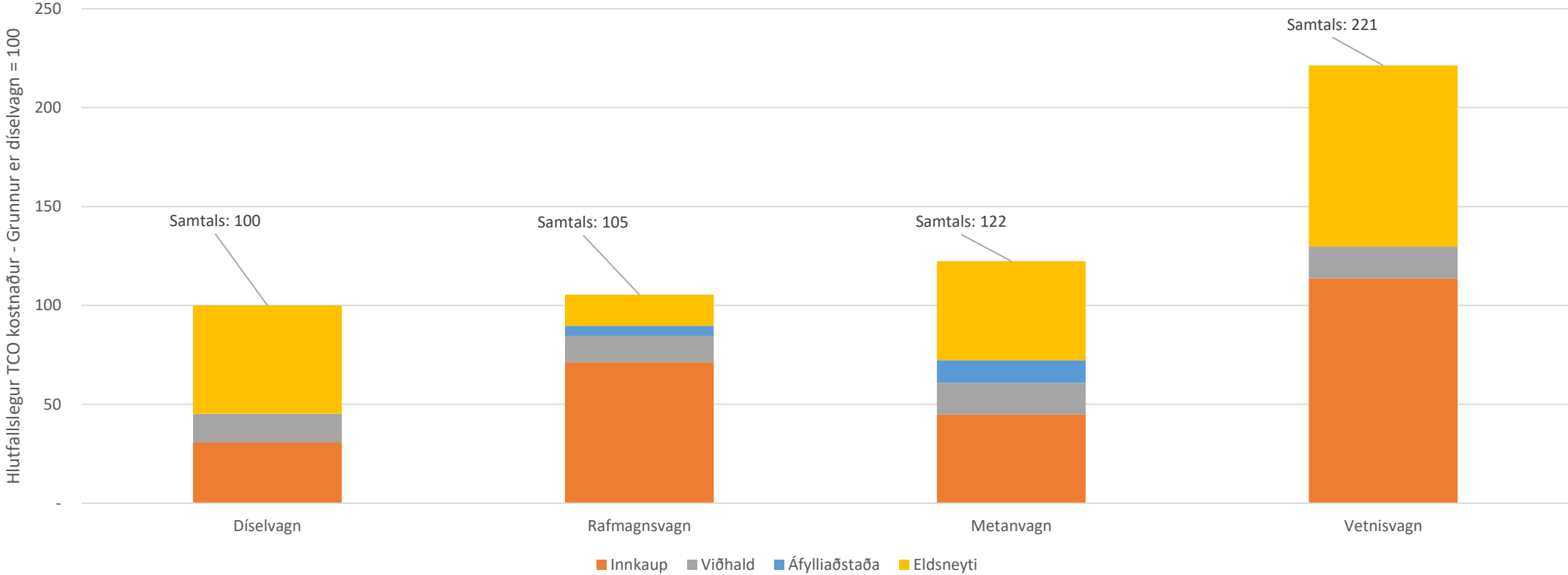
Grunnforsendur frh.

- Kostnaður er reiknaður per km, þ.e. árlegum kostnaði á vagn er deilt í fjölda ekinna kílómetra per vagn á ári
 - Þetta tryggir samanburðarhæfi ólíkra kosta
- Fyrir nýja vagna er gert ráð fyrir (skv. upplýsingum frá Strætó):
 - Að hver dísel-, metan- og vetnisvagn keyri 100.000 km á ári
 - Að hver rafmagnsvagn keyri 90.000 km á ári

Kostnaðarmat – TCO

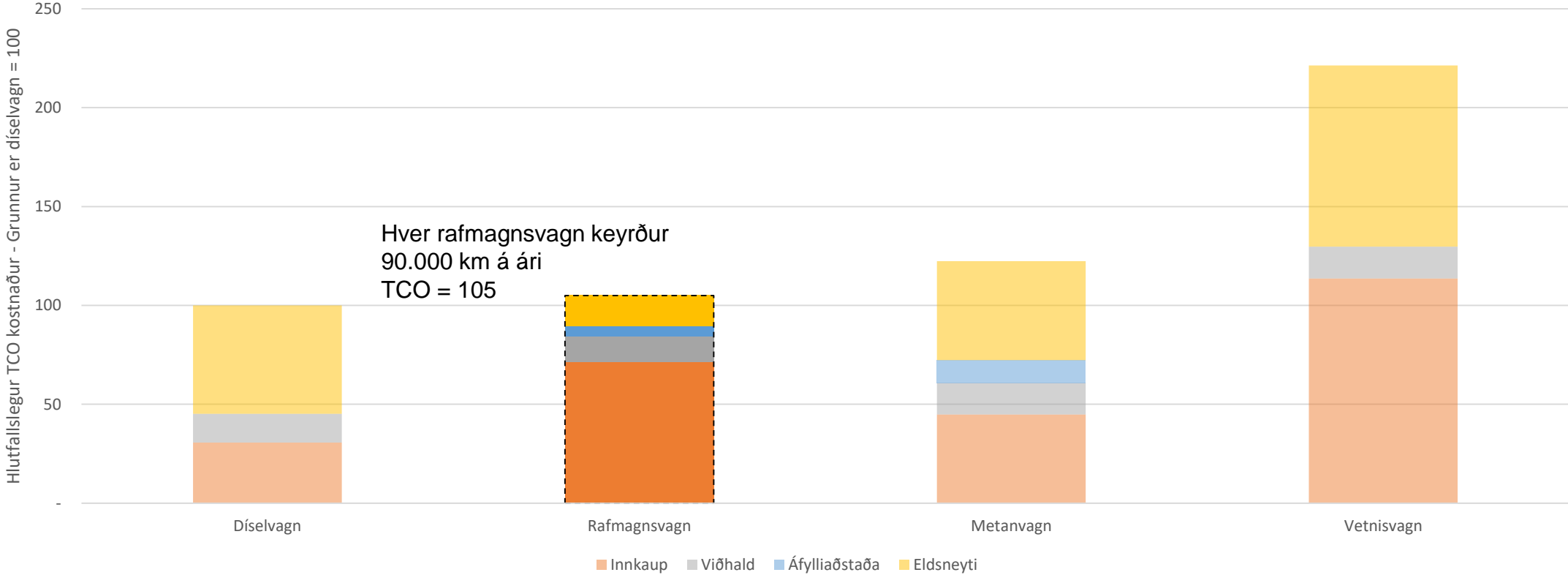


Kostnaðarmat – TCO án launa



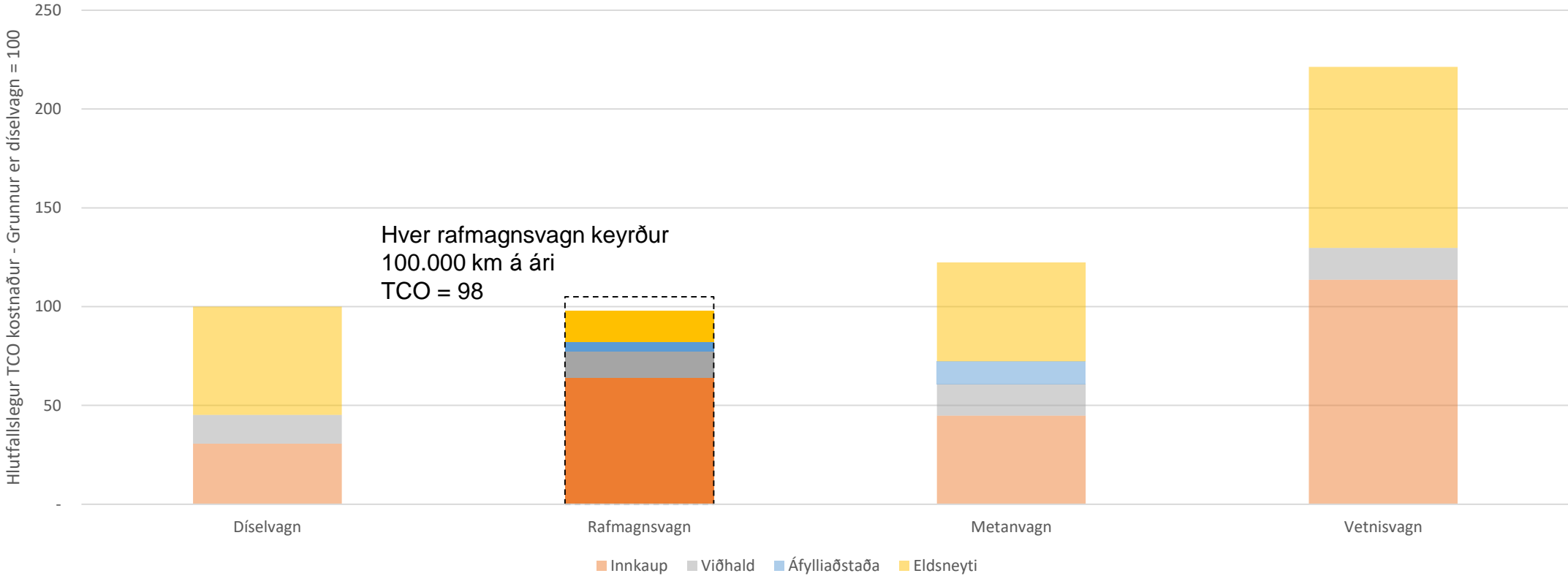
Kostnaðarmat – Næmnigreining

Tilvik 1: Áhrif af keyrslu rafmagnsvagna



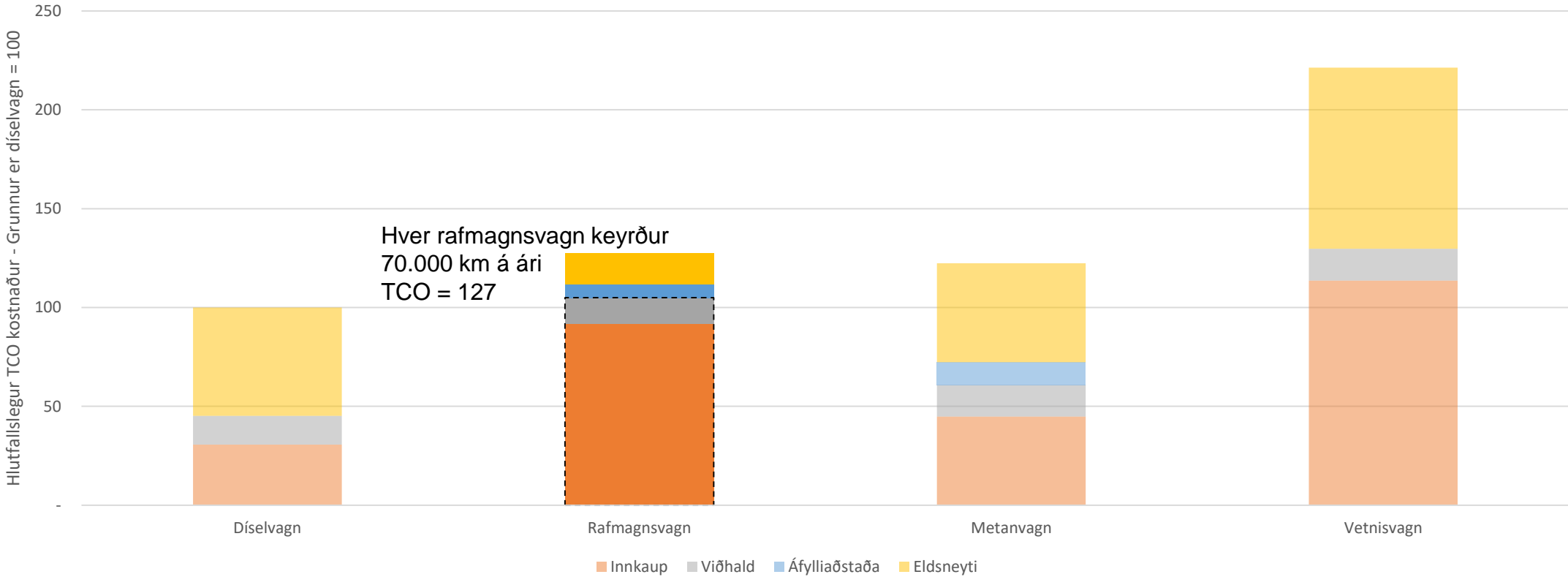
Kostnaðarmat – Næmnigreining

Tilvik 1: Áhrif af keyrslu rafmagnsvagna (frh.)



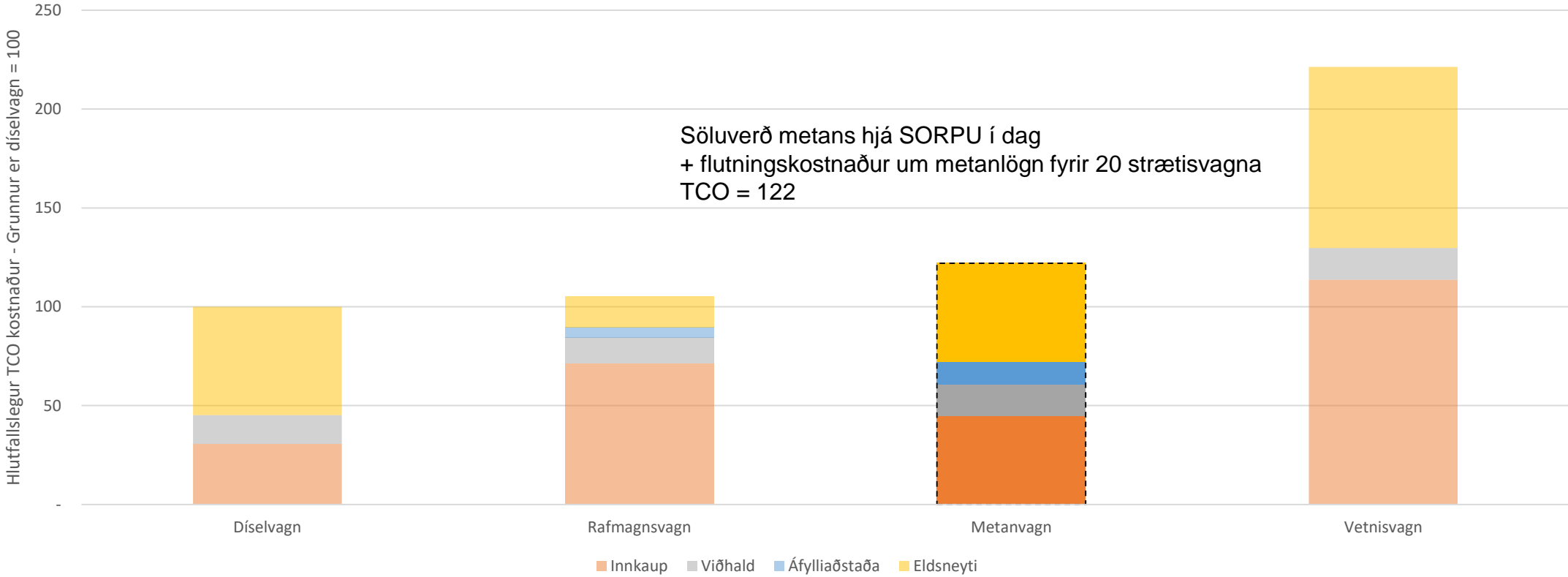
Kostnaðarmat – Næmnigreining

Tilvik 1: Áhrif af keyrslu rafmagnsvagna (frh.)



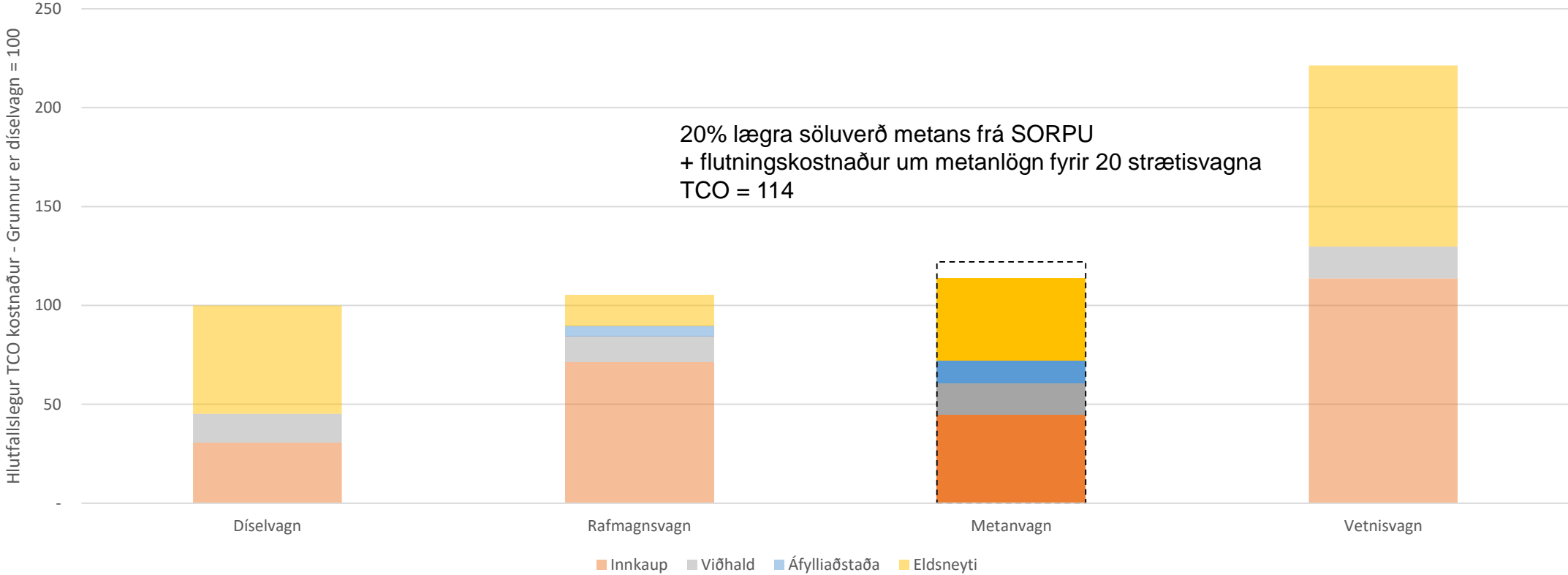
Kostnaðarmat – Næmnigreining

Tilvik 2: Áhrif metanverðs



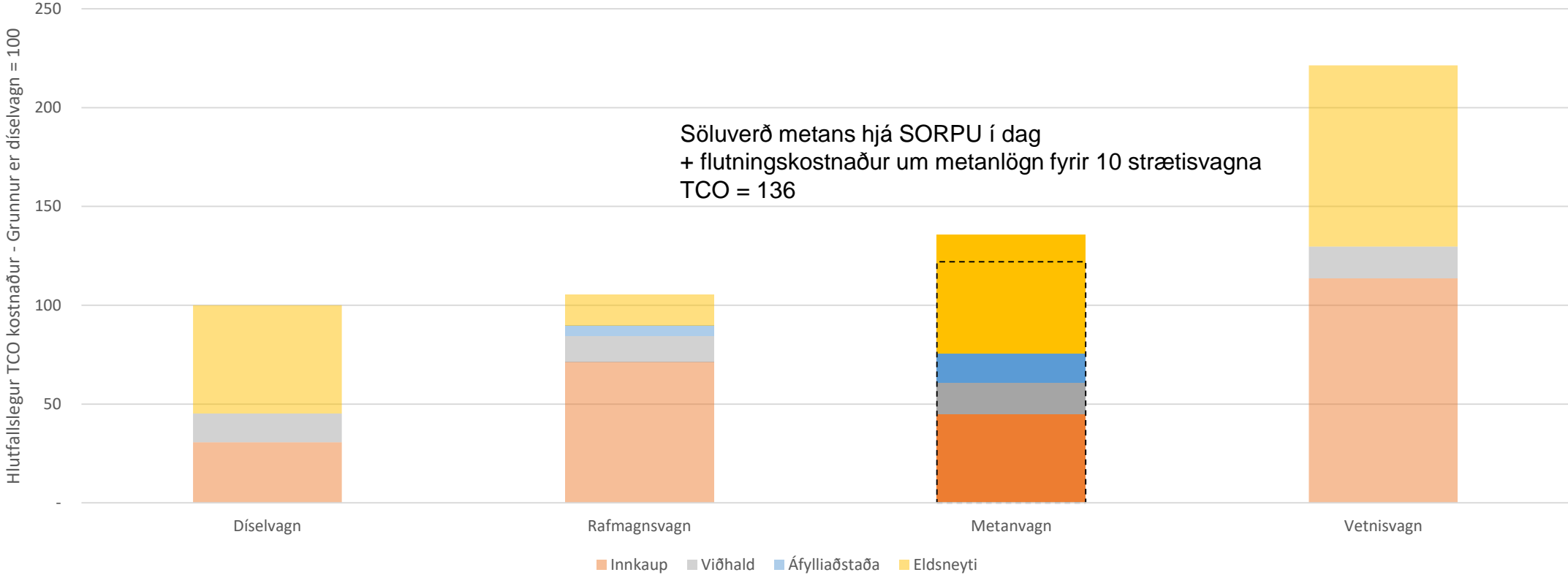
Kostnaðarmat – Næmnigreining

Tilvik 2: Áhrif metanverðs (frh.)



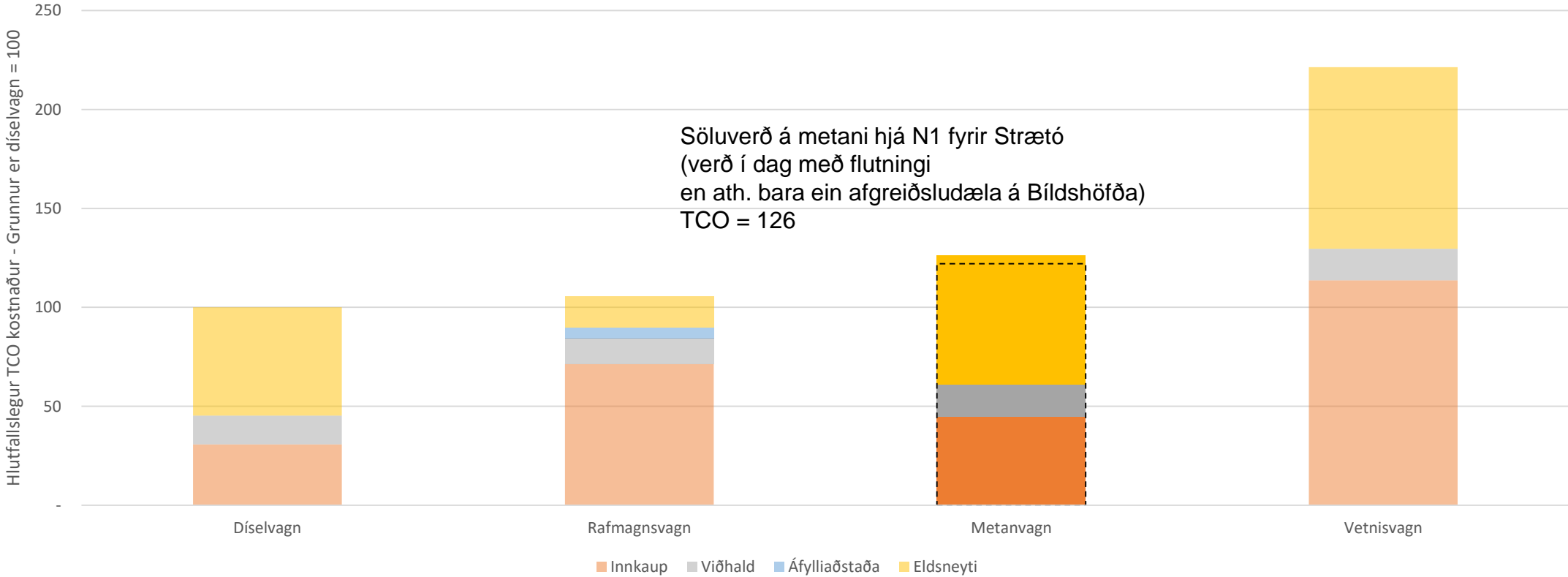
Kostnaðarmat – Næmnigreining

Tilvik 2: Áhrif metanverðs (frh.)



Kostnaðarmat – Næmnigreining

Tilvik 2: Áhrif metanverðs (frh.)

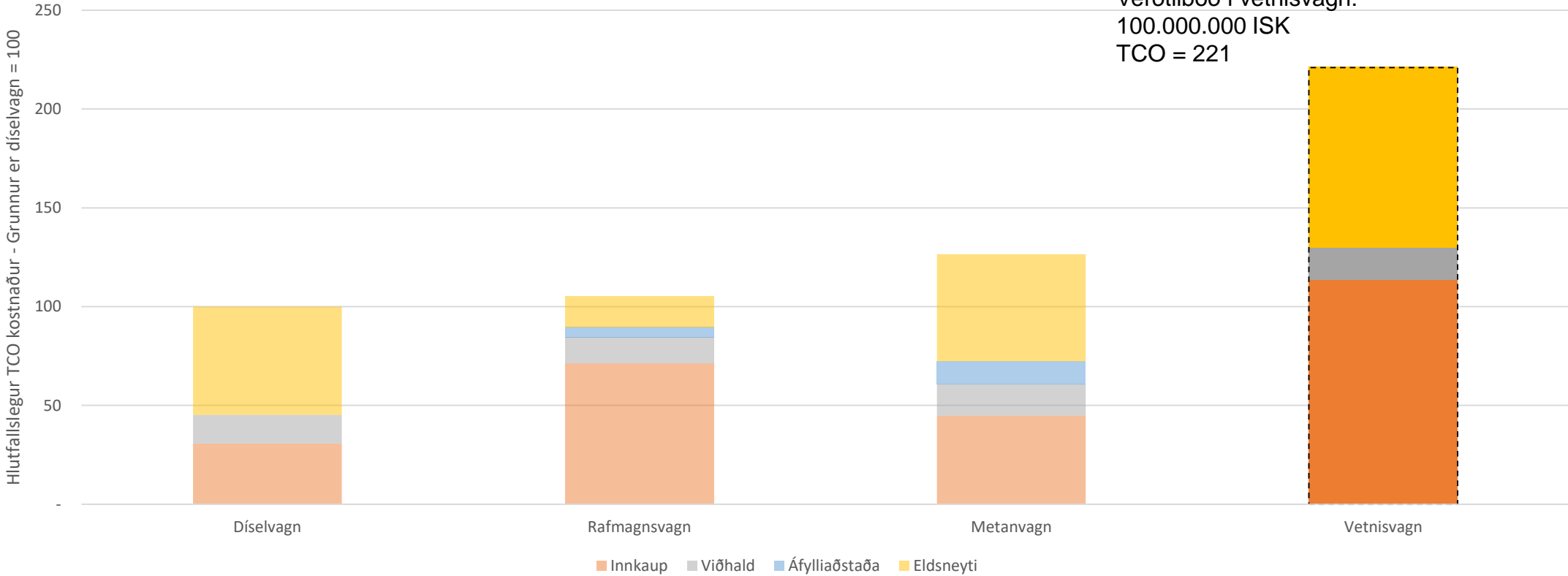




Kostnaðarmat – Næmnigreining

Tilvik 3: Áhrif innkaupaverðs vetnisvagna

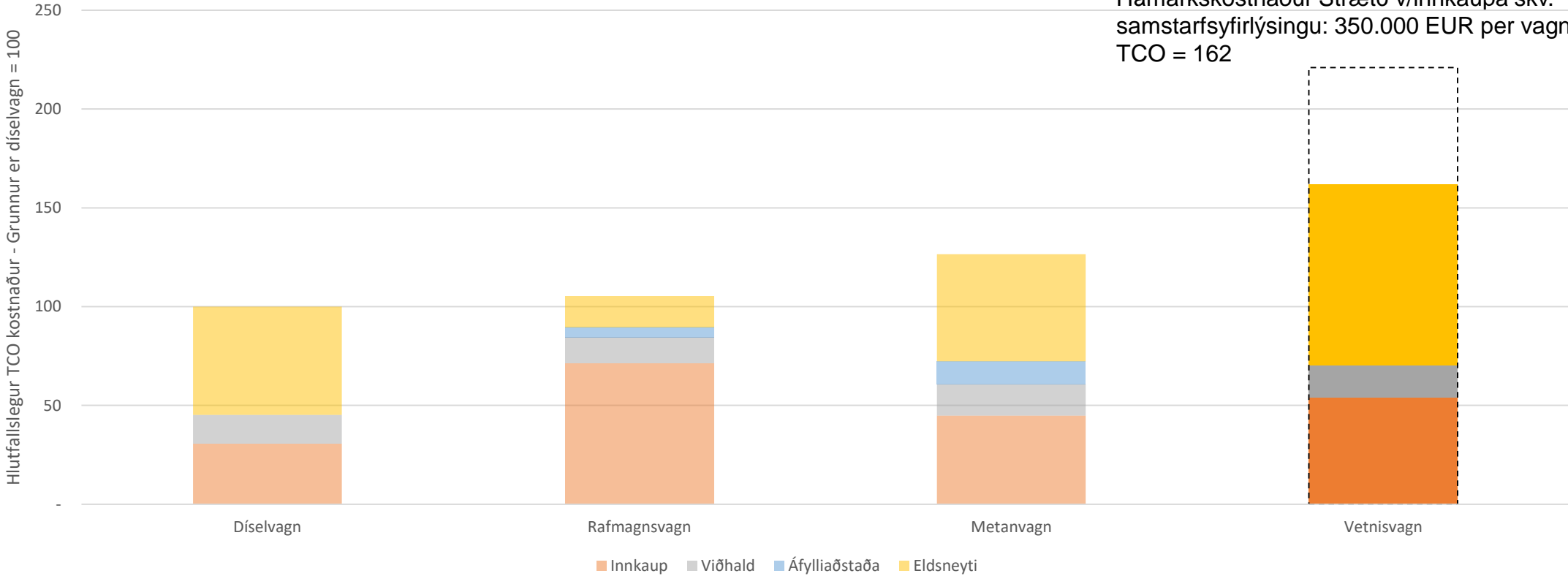
Verðtilboð í vetnisvagn:
100.000.000 ISK
TCO = 221



Kostnaðarmat – Næmnigreining

Tilvik 3: Áhrif innkaupaverðs vetnisvagna (frh.)

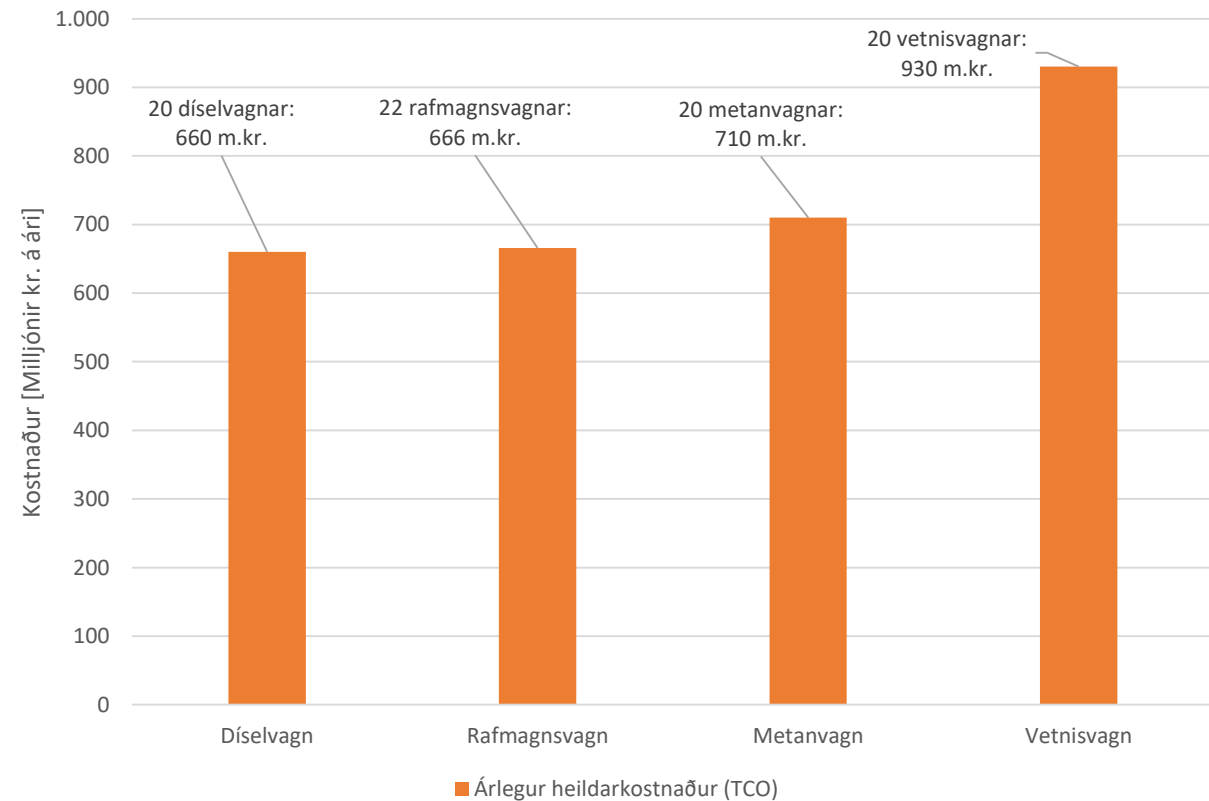
Hámarkskostnaður Strætó v/innkaupa skv. samstarfsyfirlýsingu: 350.000 EUR per vagn
 TCO = 162



Kostnaðarmat - Dæmi

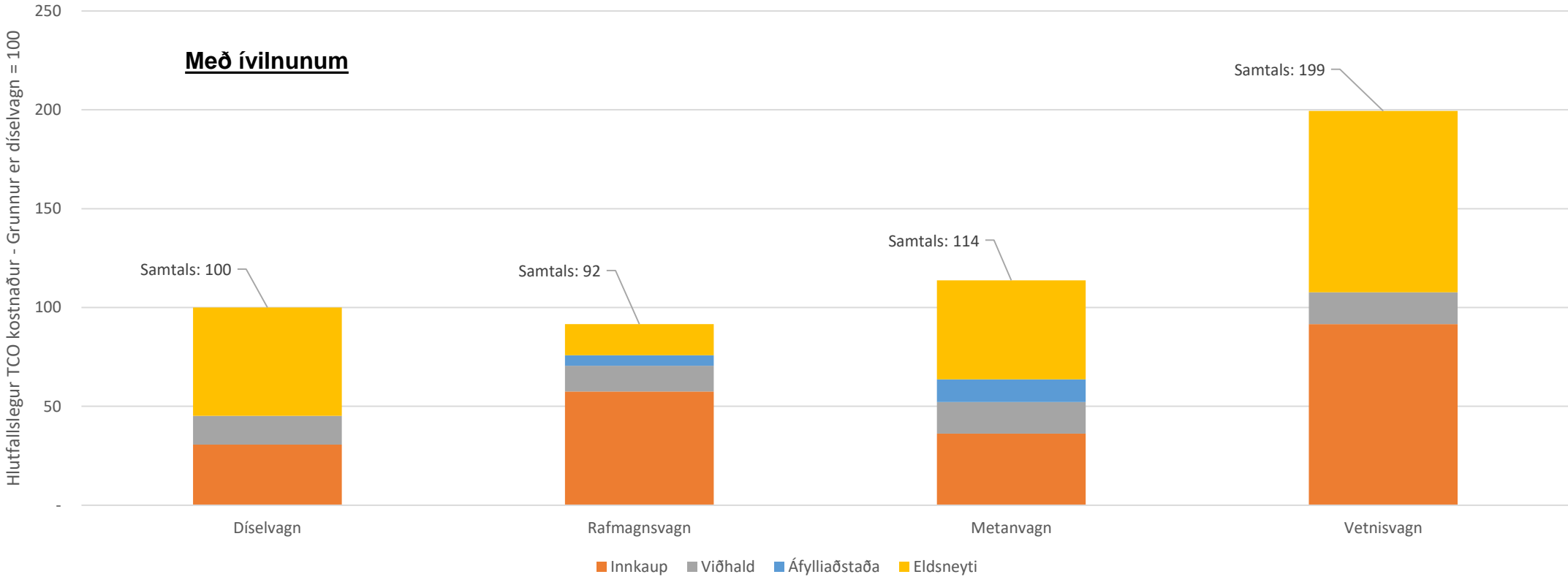
Endurnýja þarf 20 díselvagna

- Kaupa þarf 22 nýja rafmagnsvagna í stað 20 díselvagna m.v. gefinn akstur
- 20 nýir metan- eða vetnisvagnar koma í stað 20 díselvagna



Kostnaðarmat – Áhrif ívilnana

TCO án launa – Ívilnanir felast í niðurfellingu virðisaukaskatts við kaup á vistvænum vögnum



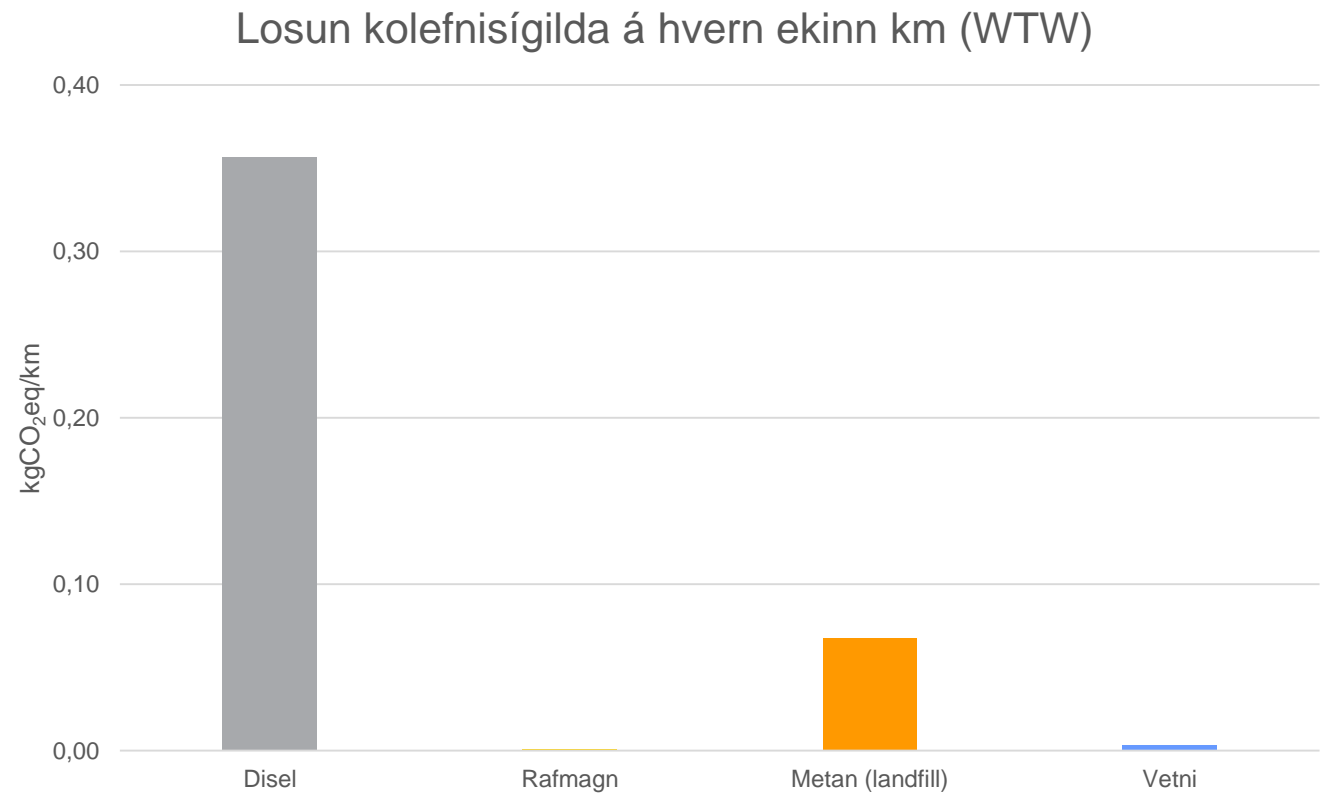


Umhverfisáhrif

Umhverfisáhrif

Frá uppruna til hjóla (WTW):

- Horft er aðeins á umhverfisáhrif orkugjafa frá uppruna til hjóla
- Losun reiknuð í GREET model sem er þróað af Argonne ríkisrannsóknarstofunni fyrir Orkustofnun Bandaríkjanna
- Módelið er miðað við Bandaríkin svo einhver skekkja getur verið í útreikningum



Umhverfisáhrif

Kostnaður vegna losunar:

- Áætla má að kolefnisgjald verði lagt á einn daginn
- Kostnaður í dag €30/tonnCO₂ en hækkar hratt
- Notast við framtíðarspá Alþjóðagjaldeyrissjóðsins
- Reiknað með €60 sem meðalverði yfir allt tímabil og reiknað á núvirði (136kr/€)

Sparnaður vegna kolefnisgjalda





Samfélagslegir þættir

Hávaðamengun

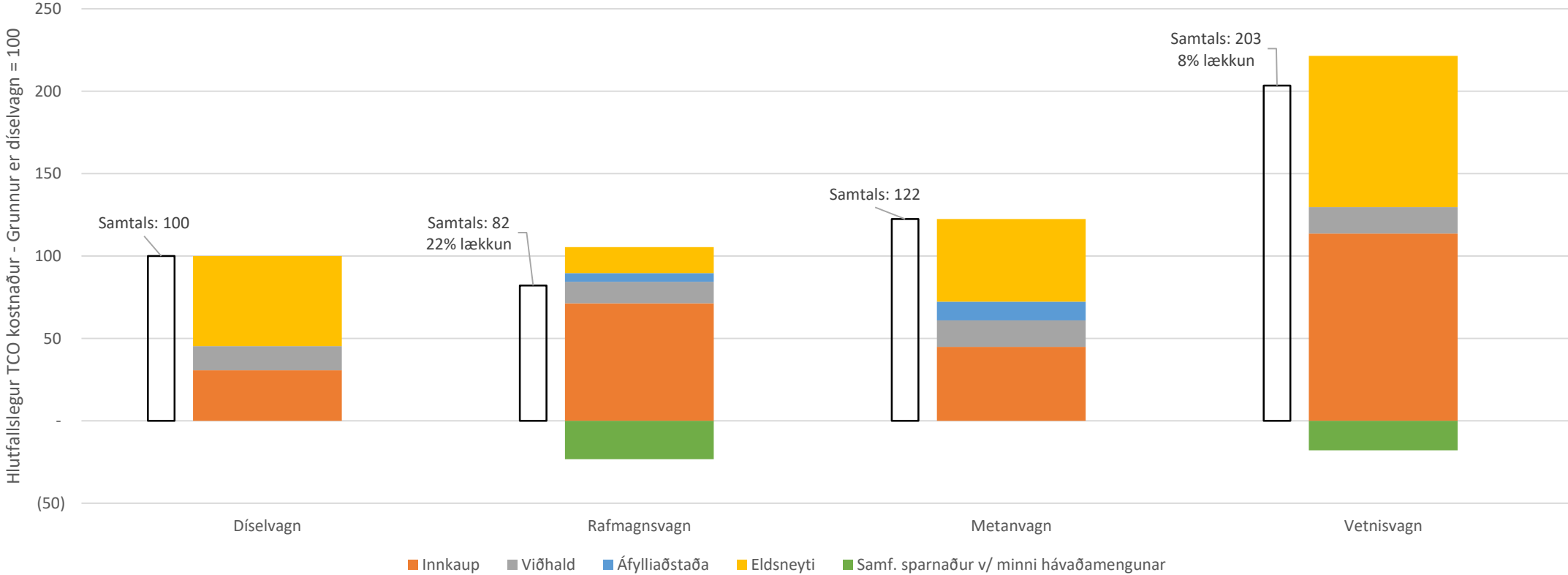
- Metanvagnar gefa frá sér minni hávaða en díselvagnar
- Rafmagns- og vetnisvagnar gefa þó frá sér minnstan hávaða, sérstaklega í hægagangi og við hröðun (t.d. þegar vagn tekur af stað við stoppistöð)
- Rannsóknir sýna að bæði farþegar og íbúar í borgum kunna að meta rafmagnsvagna vegna minni hávaðamengunar
 - Þetta er í samræmi við reynslu Strætó af rekstri rafmagnsvagna

Hávaðamengun

- Svíar hafa metið samfélagslegan kostnað vegna hávaðamengunar frá umferð.
- Gera má ráð fyrir að fyrir hvern rafmagnsvagn, sem keyptur er í stað díselvagns, sé samfélagslegur ávinningur vegna hávaðaminnkunar 26 kr/km eða um 2,3 m.kr. á ári per vagn (m.v. 90.000 keyrða km á ári)
- Vetnisvagn er ögn hávaðasamari en rafmagnsvagn og því er gert ráð fyrir að 20 kr/km sparist ef díselvagni er skipt út fyrir vetnisvagn
- Óvíst er hverju það skilar að skipta díselvagni út fyrir metanvagn í þessu samhengi

Hávaðamengun – Áhrif á TCO

Ath. Hlutfallslegur TCO kostnaður án launa





Viðauki

Kostnaðargreining - Forsendur

Stofnkostnaður

Tilboðsverð frá útboði 2018 (með vsk.):

- Díselvagn 26.989.220 kr.
- Rafmagnsvagn 56.430.000 kr.
- Metanvagn 39.446.000 kr.
- Vetrnisvagn ca. 100.000.000 kr.

Kostnaðargreining - Forsendur

Rekstrarkostnaður – Árlegur kostnaður per vagn (með vsk.)

Kostnaðarliður	Dísel	Rafmagn*	Metan**	Vetni
Viðhald	1,6 m.kr.	1,3 m.kr.	1,8 m.kr.	1,8 m.kr.
Eldsneyti	6,1 m.kr.	1,6 m.kr.	5,6 m.kr.	10,2 m.kr.
Laun	21,9 m.kr.	19,7 m.kr.	21,9 m.kr.	21,9 m.kr.
Áfylliaðstaða	0 m.kr.	0,5 m.kr.	1,3 m.kr.	0 m.kr.

* Miðað við 90.000 km keyrslu á ári per rafmagnsvagn.

- Heildarlaunakostnaður vagnaflota helst óbreyttur og því er lægri launakostnaður per rafmagnsvagn.

- Reiknað er með föstum viðhaldskostnaði per ekna km í útreikningum.

** Miðað við söluverð metans hjá SORPU og 20 metanvagna

Kostnaðargreining - Forsendur



Rekstrarkostnaður

- Viðhald:
 - 1,6 m.kr. með vsk. áætlaður árlegur viðhaldskostnaður fyrir díselvagna
 - 10% hærri viðhaldskostnaður fyrir metan- og vetnisvagna
 - 10% lægri viðhaldskostnaður fyrir rafmagnsvagna (per km)

Kostnaðargreining - Forsendur

Rekstrarkostnaður – Forsendur

- Eldsneytiskostnaður (með vsk.) **:

Tegund	Eyðsla	Eldsneytisverð
Dísel	42 L/100 km	145 kr/L
Rafmagn	1,2 kWh/km + hitun	11 kr/kWh
Metan *	53 Nm ³ /100 km	106 kr/Nm ³
Vetni	8,5 kg/100 km	120 kr/0,1 kg

* Flutningsgjald um metanlögn Veitna ræðst af magni metans. Eftir því sem magnið er meira þeim mun lægri er flutningskostnaður per Nm³. Áætlaðar tölur m.v. 20 vagna.

Söluverð metans frá SORPU skv. útboði 2017 var 80 kr/Nm³ án vsk. fyrir 0-500 þús. Nm³ (magn fyrir 10 vagna) og 73 kr/Nm³ án vsk. fyrir 750-1.000 þús. Nm³ (magn fyrir 20 vagna)

** Uppl. úr ársskýrslum Strætó eru notaðar ásamt gögnum frá rekstraraðilum/birgjum

Kostnaðargreining - Forsendur



Rekstrarkostnaður – Forsendur

- Laun:
 - Gert er ráð fyrir árlegum launakostnaði per vagn 21,9 m.kr. með vsk. fyrir díselvagna
 - Sama gildir um metan- og vetnisvagna
 - Ekki er gert ráð fyrir að fleiri vagnstjóra þurfi fyrir rafmagnsvagna þótt þeir keyri minna og því er heildarlaunakostnaður vagnafloata ávallt sá sami í útreikningum

Kostnaðargreining - Forsendur

Rekstrarkostnaður – Forsendur

- Áfylliaðstaða:
 - Ekki þarf að útbúa sérstaka áfylliaðstöðu fyrir dísel- og vetnisvagna (athuga þó að aðstaða til áfyllingar á vetnisvagna er ein áfyllidæla)
 - Verðtilboð í búnað fyrir hægáfyllingu 20 metanvagna hljóðar upp á 420 þús. evrur. Áður hefur stofnkostnaður verið metinn af Mannviti. Heildarkostnaður fyrir slíka aðstöðu er metinn á 160 m.kr. með vsk.
 - Skv. upplýsingum er heildarkostnaður fyrir rafhleðslustöð fyrir 20 rafmagnsvagna 60 m.kr.

Flutningur á metani

Gert er ráð fyrir að komið verði fyrir áfyllistöð að Hesthálsi og Veitur leggi þangað um 1 km langa metanlögn frá Bíldshöfða. Reiknað er með áfyllistöð fyrir hægáfyllingu 20 vagna yfir nótt



Aðgengi að metani

20 metanvagnar nota um
1 milljón Nm³ af metani á ári
m.v. 100.000 km akstur per vagn.

Hægt er að framleiða 4 milljónir
Nm³ af metani á ári m.v.
óskert rekstraröryggi (um tvöfalt
meira en nú er framleitt)

Hægt að flytja metan með gámum
sem varaleið til að auka rekstraröryggi

