

# Losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum

Starfshópur samgönguráðuneytis og Vegagerðar:

Hreinn Haraldsson  
Jóhann Guðmundsson  
Rúnar Guðjónsson

Skýrsla til undirbúnings  
stefnumótunar



Samgönguráðuneytið



Vegagerðin

Maí 2001

2. prentun með leiðréttingum - október 2001

Útgefandi: Vegagerðin og samgönguráðuneytið

Umsjón og umbrot: Athygli

# Formáli

Skýrsla þessi er tekin saman í því skyni að vera umræðu-grundvöllur og drög til frekari stefnumörkunar í losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum.

Í framhaldi af framkvæmdaáætlun vegna rammasamnings Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar skipaði samgönguráðherra sérstakan starfshóp 1997 til að koma í framkvæmd stefnumiðum samgönguráðuneytisins varðandi takmörkun á útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum. Vorið 1998 gaf starfshópurinn út skýrslu þar sem lagt er mat á ástandið eins og það var árin 1990 og 1996 og þar sem gerð var grein fyrir líklegri þróun næstu ára. Skýrsla sú sem hér lítur dagsins ljós er framhald þeirrar vinnu en umfjöllunin nú er mun ítarlegri, auk þess sem horft er til lengri tíma og tekið mið af þeim alþjóðlegu áherslum sem fram hafa komið undanfarin ár. Töluverð vinna var lögð í að fjalla um líklega þróun næstu ár og áratugi og hvaða aðgerðir væru vænlegastar til að ná markmiðum stjórnvalda.

Í fyrstu köflum skýrslunnar er fjallað um alþjóðlega samninga, losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum og þróunina síðustu áratugi. Síðan er fjallað um þróunina á Íslandi og líklegar breytingar í framtíðinni, um tækni-framfarir varðandi bíla og þær aðgerðir sem helst er rætt um á alþjóðavettvangi svo takmarka megi óæskileg áhrif samgangna. Í lokakaflanum er tekin fyrir stefnu-mótun á Íslandi og viðraðar hugmyndir um aðgerðir til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum.

Skýrslan er unnin á vegum samgönguráðuneytisins og Vegagerðarinnar. Að gerð hennar stóðu Hreinn Haraldsson framkvæmdastjóri þróunarsviðs Vegagerðarinnar, Jóhann Guðmundsson skrifstofustjóri í samgönguráðuneytinu og Rúnar Guðjónsson viðskiptafræðingur í sama ráðuneyti. Ásgeir Þorsteinsson frá Fræðslumiðstöð bílgreina ritaði kafla um tækniþróun bifreiða, og Hannes Már Sigurðsson hjá Vegagerðinni kom að ritun kafla um fjölgun dísilbifreiða. Þá veitti Ásdís Guðmundsdóttir verkfræðingur hjá Vegagerðinni margvíslega aðstoð við gerð skýrslunnar.

# Efnisyfirlit

Formáli	3
Efnisyfirlit	4
1 Inngangur	6
1.1 Bakgrunnur	6
1.2 Gróðurhúsaáhrif	6
2 Alþjóðleg samvinna	6
2.1 Áfangar í alþjóðlegu samstarfi á sviði umhverfismála	6
2.1.1 Brundtlandskýrslan 1987	6
2.1.2 Milliríkjanefnd um loftslagsbreytingar 1988	7
2.1.3 Heimsráðstefna Sameinuðu þjóðanna um umhverfi og þróun 1992	7
2.1.4 Rammasamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar 1992	7
2.1.5 Kyotobókunin 1997	8
2.1.6 Haag 2000	8
2.2 Aðgerðir íslenskra stjórnvalda	8
2.2.1 Framkvæmdaáætlun vegna loftslagssamningsins	8
2.2.2 Stefna í umhverfismálum samgangna	9
3 Ástand og þróun í samgöngum	9
3.1 Þróun í samgöngum	10
3.2 Umhverfisáhrif samgangna	11
3.3 Aðferðir til stefnumótunar (EST-verkefni OECD)	11
3.3.1 Samanburður á EST og BAU	13
3.3.2 Eldsneytisnotkun	14
3.3.3 Aðferðir til að ná markmiðum	16
4 Íslenskar aðstæður	17
4.1 Samgöngur og markaðurinn	18
4.2 Losun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi	18
5 Losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum á Íslandi	19
5.1 Bílaumferð	19
5.1.1 Bifreiðafjöldi fram til 2000	19
5.1.2 Spá um bílaeign	20
5.1.3 Umferð fram til 2000	20
5.1.4 Umferðarspá	21
5.1.5 Losun CO <sub>2</sub> frá umferð 1990-1999	22
5.1.6 Þróun losunar CO <sub>2</sub> frá umferð næstu áratugi	24
5.1.7 Aðferðir til að hafa áhrif á losun frá bílaumferð	25
5.2 Flugumferð	25
5.3 Siglingar	25
6 Tækniþróun í bifreiðaiðnaði	26
6.1 Inngangur	26
6.2 Fortíðin	26
6.3 Þróun næstu ára	26
6.3.1 Bensínhreyfilinn	26
6.3.2 Dísilhreyfillinn	27
6.3.3 Fjölorkuhreyflar	27
6.3.4 Rafbílar	27
6.3.5 Blendingsbílar „Hybrid cars“	28
6.3.6 Efnarafali „Fuel Cell“/vetnisbílar	28
6.4 Viðhald bifreiða	29

6.5	Litið til framtíðar . . . . .	29
6.6	Hugsanlegar leiðir til úrbóta í næstu framtíð . . . . .	29
6.7	Niðurstaða . . . . .	29
7	Leiðir til að draga úr losun frá umferð . . . . .	30
7.1	Fjárhagsleg stjórnþæki . . . . .	30
7.1.1	Hækkun eldsneytisskatta . . . . .	31
7.1.2	Innheimta tengd umferðarálagi . . . . .	31
7.1.3	Gjaldstofnar . . . . .	31
7.1.4	Bensín eða dísilvélar . . . . .	32
7.1.5	Önnur fjárhagsleg stjórnþæki . . . . .	32
7.2	Lög og reglur . . . . .	33
7.2.1	Hraðatakmarkanir . . . . .	33
7.2.2	Umferðarstjórnun . . . . .	33
7.2.3	Skipulag og landnotkun . . . . .	33
7.2.4	Almenningssamgöngur . . . . .	33
7.3	Frjálsir samningar . . . . .	33
7.3.1	Samningur við bílaframleiðendur . . . . .	33
7.3.2	Aukinn hjólbarðaprýstingur . . . . .	34
7.3.3	Viðhald bifreiða . . . . .	34
7.4	Upplýsingagjöf, kennsla og þjálfun . . . . .	34
7.4.1	Neytendaupplýsingar varðandi eldsneytiseyðslu . . . . .	34
7.4.2	Þjálfun ökumanna . . . . .	34
7.4.3	Áhrif á hegðun . . . . .	35
7.5	Rannsóknir og þróun . . . . .	36
8	Stefnumótun stjórnvalda almennt . . . . .	36
9	Tillögur um stefnumörkun fyrir Ísland . . . . .	36
9.1	Aðgerðir . . . . .	37
9.1.1	Fjölgun dísilbifreiða . . . . .	37
9.1.2	Aðrir orkugjafar . . . . .	38
9.1.3	Gjöld . . . . .	39
9.1.4	Skipulag, landnotkun og umferðarstjórnun . . . . .	39
9.1.5	Vegakerfið . . . . .	39
9.1.6	Upplýsingar og fræðsla . . . . .	40
9.1.7	Rannsóknir og þróun . . . . .	40
10	Niðurstöður og markmið . . . . .	41
11	Áætlun um aðgerðir, tillögur . . . . .	43
12	Heimildir . . . . .	44
13	Orðaskýringar og heimasíður . . . . .	45

# 1 Inngangur

Þrátt fyrir margar jákvæðar hliðar á samgöngum fyrir einstaklinga sem og efnahagslíf og samfélagið eru samgöngur einn af þeim þáttum sem fela í sér hvað mesta ögrun varðandi sjálfbæra þróun í framtíðinni. Samgöngur eru ein af aðaluppþreppum gróðurhúsalofttegunda, sérstaklega CO<sub>2</sub>, og flestar þjóðir vinna nú að áætlunum um aðgerðir til að takmarka losun þeirra.

## 1.1 Bakgrunnur

Notkun jarðefnaeldsneytis er ein af meginorsökum þess að styrkur gróðurhúsalofttegunda hefur aukist. Þar eð samgöngutæki nota nánast eingöngu jarðefnaeldsneyti eiga samgöngur mikinn þátt í losun gróðurhúsalofttegunda og þar með loftlagsbreytingum og gróðurhúsaáhrifum. Gróðurhúsaáhrif eru í dag af mörgum talin vera ein helsta ógnunin við sjálfbæra þróun.

## 1.2 Gróðurhúsaáhrif

Lofthjúpur jarðar hleypir í gegnum sig sólargeislun og endurkastast hluti af geisluninni frá yfirborði jarðar en megnið gleypir yfirborð jarðar sem hitnar fyrir vikið. Frá yfirborði jarðar berst varmaorka til baka í formi innrauðrar geislunar en ský og náttúrulegar gróðurhúsalofttegundir gleypa í sig varmann og hindra að hann sleppi út úr gufuhvolfinu. Við það hitna yfirborð jarðar og neðri lög lofthjúpsins enn frekar. Áhrifin verða þannig svipuð og í gróðurhúsi og má líkja lofthjúpi jarðar við glerið sem hleypir í gegnum sig sólargeislun en heldur inni hluta varmageislunar. Þetta ferli er nauðsynlegt til að líf í þeirri mynd sem við þekkjum geti þrífist á jörðinni en náttúruleg gróðurhúsaáhrif hafa þau áhrif að hitastig á jörðinni er um 30°C hærra en annars væri.

Þær lofttegundir sem gleypa eða halda inni hluta varmageislunar frá jörðu eru kallaðar gróðurhúsalofttegundir. Helstu gróðurhúsalofttegundir eru koltvíoxíð (CO<sub>2</sub>), vatnsgufa (H<sub>2</sub>O), metan (CH<sub>4</sub>), óson (O<sub>3</sub>), tvíköfnunarefnisoxíð (N<sub>2</sub>O), brennisteinshexaflúoríð (SF<sub>6</sub>) og ýmis halógenkolefni.

Talið er að aukinn styrkleiki gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftinu raski náttúrulegu jafnvægi í loftslagskerfinu. Þessi aukning mun væntanlega valda hækkun á hitastigi á jörðinni og röskun á veðurfari og vistkerfum jarðarinnar. Frá upphafi lönbyltingarinnar seint á 18. öld hefur styrkur gróðurhúsalofttegunda í andrúmslofti aukist og er talið að styrkur koltvíoxíðs í andrúmsloftinu hafi aukist um 33%. Þessa þróun má að miklu leyti rekja til notkunar á jarðefnaeldsneyti.

Veðurfar á jörðinni hefur breyst á síðustu 100 árum og hefur meðalhiti á jörðinni hækkað um 0,4-0,8°C. Miðað við áframhaldandi losun gróðurhúsalofttegunda er gert ráð fyrir

að meðalhiti á jörðinni muni hækka um 1-3,5°C á næstu hundrað árum. Það er meiri og hraðari hlýnun en dæmi eru um síðustu þúsund árin. Hlýnunin, sem gert er ráð fyrir, er ekki eiginleg spá heldur er verið að geta sér til um þróun veðurfars út frá forsendum, m.a. um losun gróðurhúsalofttegunda og viðbrögð lofthjúpsins við henni. Hlýnandi veðurfar á jörðinni mun væntanlega hafa víðtæk áhrif á vistkerfi jarðar og á náttúrufarslegar aðstæður á Íslandi.

# 2 Alþjóðleg samvinna

Alþjóðlegt samstarf á sviði umhverfismála hefur aukist verulega á síðustu árum og taka Íslendingar virkan þátt í því. Í eftirfarandi kafla er stiklað á stóru varðandi áfanga í alþjóðlegu samstarfi á sviði umhverfismála og þá sérstaklega varðandi loftslagsbreytingar af mannavöldum og umhverfismál samgangna. Þá eru einnig kynntar aðgerðir íslenskra stjórnvalda í tilefni af alþjóðlegum samningum og samvinnu á þessu sviði.

## 2.1 Áfangar í alþjóðlegu samstarfi á sviði umhverfismála

Vísindamenn um allan heim taka þátt í rannsóknum á loftslagsbreytingum og gróðurhúsaáhrifum af mannavöldum. Til þess að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda, er unnið að milliríkjasamningum sem kunna að hafa veruleg áhrif á efnahagskerfi heimsins. Helstu áfangar í alþjóðlegu samstarfi vegna losunar gróðurhúsalofttegunda eru ramma-samningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar og Kyotobókunin við þann samning. Báðir þessir áfangar eiga sér nokkra forsögu sem vert er að skoða í samhengi.

### 2.1.1 Brundtlandskýrslan 1987

Árið 1983 settu Sameinuðu þjóðirnar á laggirnar heimsnefnd um umhverfi og þróun (World Commission on Environment and Development-WCED). Þessi nefnd er oftast kölluð Brundtlandnefndin í höfuðið á Gro Harlem Brundtland, fyrrverandi forsætisráðherra Noregs og þáverandi formanni nefndarinnar. Árið 1987 skilaði nefndin skýrslu um ástand og horfur í umhverfismálum, svonefndri Brundtlandskýrslu (*Our Common Future - Sameiginleg framtíð vor*). Í skýrslunni er varað við því að nútíma lífnaðarhættir geti haft í för með sér óviðunandi mannlegar þjáningar og umhverfisskaða. Sett er fram skilgreining á hugtakinu sjálfbær þróun og er sú skilgreining oftast notuð, og til hennar vísað, þegar fjallað er um sjálfbæra þróun:

„Sjálfbær þróun er þróun sem gerir okkur kleift að uppfylla þarfir okkar án þess að stefna í voða möguleikum komandi kynslóða til að uppfylla sínar þarfir.“

Í þessu samhengi stendur sjálfbær þróun fyrir samstöðu milli kynslóða og meðal kynslóða. Hugtakið felur í sér samverkun milli vistfræðilegra, efnahagslegra og samfélagslegra þátta. Það hvílir á hugmyndum um jafnræði og réttlæti milli kynslóða og milli þeirra sem lifa í dag. Brundtland skilgreiningin á sjálfbærri þróun er opin og segir lítið um hvernig ná skuli markmiðum hennar.

Meðal þess sem áhersla var lögð á í Brundtlandskýrslunni var loftslagsbreytingar og mikilvægi þess að takmarka losun CO<sub>2</sub>.

### 2.1.2 Milliríkjanefnd um loftslagsbreytingar 1988

Árið 1988 settu Umhverfisstofnun Sameinuðu þjóðanna (UNEP) og Alþjóðaveðurfræðistofnunin (WMO) á laggirnar milliríkjanefnd um loftslagsbreytingar (Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC). Hlutverk nefndarinnar er m.a. að gefa yfirlit yfir þær rannsóknir um loftslagsbreytingar sem unnið er að og jafnframt að draga ályktanir á grundvelli vísindalegra rannsókna og m.a. vera farvegur vísindaráðgjafar við gerð rammisamnings um loftslagsbreytingar.

### 2.1.3 Heimsráðstefna Sameinuðu þjóðanna um umhverfi og þróun 1992

Árið 1992 var skrifað undir Ríóyfirlýsinguna í Ríó de Janeiro í Brasilíu. Ríóyfirlýsingin er alþjóðleg yfirlýsing þar sem staðfestar voru 27 grundvallarreglur um samskipti manns og umhverfis, sem stuðla eiga að sjálfbærri þróun. Ríóyfirlýsingin er framhald á svokallaðri Stokkhólmsyfirlýsingu sem samþykkt var á umhverfisráðstefnu Sameinuðu þjóðanna í Stokkhólmi 1972. Í Stokkhólmsyfirlýsingu voru settar fram 26 grundvallarreglur um sambúð manns og náttúru.

Í Ríóyfirlýsingu segir m.a. að mannkyninu beri réttur til að lifa heilbrigðu og auðgandi lífi í sátt við náttúruna. Réttinn til þróunar skuli nýta þannig að komið sé af sanningirni til móts við umhverfis- og þróunarþarfir núlifandi og komandi kynslóða. Til að stuðla að sjálfbærri þróun og meiri lífsgæðum fyrir alla skuli þjóðirnar draga úr og hætta ósjálfbærum framleiðsluáðferðum og neyslumynstri. Þátttaka almennings er mikilvæg og skal almenningur hafa viðeigandi aðgang að upplýsingum um umhverfismál, þar með talið upplýsingum um hættuleg efni eða starfsemi og upplýsingar um rétt til aðildar að ákvörðunum. Þannig skulu yfirvöld hvetja til þess að vitund og þátttaka almennings aukist með því að hafa upplýsingar aðgengilegar.

Ein þekktasta grundvallarregla Ríóyfirlýsingarinnar er s.k. *varrúðarregla* en hún kveður á um að þar sem að hætta er á alvarlegu eða óbætanlegu tjóni skuli skorti á vísindalegri fullvissu ekki beitt sem rökum til að fresta

hagkvæmum aðgerðum er koma í veg fyrir umhverfis-spjöll. Önnur þekkt grundvallarregla yfirlýsingarinnar er s.k. mengunarbótaregla en hún kveður á um að kappkosta skuli að stuðla að því að umhverfiskostnaður (kostnaður vegna umhverfisáhrifa) komi fram og skuli þeir í grundvallaratriðum bera kostnaðinn sem valda honum.

Á ráðstefnunni í Ríó de Janeiro skrifuðu Íslendingar ásamt öðrum þjóðum heims undir viðamikla og metnaðarfulla framkvæmdaáætlun um sjálfbæra þróun í heiminum, sem ber heitið Dagskrá 21 (Agenda 21). Þar er talað um að greinar samfélagsins skuli þróast á sjálfbæran hátt. Það hefur í för með sér að í dag er líka talað um t.d. sjálfbærar samgöngur. Flestir telja að samgöngur í núverandi mynd séu ekki sjálfbærar.

Í Dagskrá 21 eru sett fram sex markmið í samgöngum, til að gera þær sjálfbærari (Kafli 7.52):

- *Heildstæð landnotkunarstefna og skipulag samgangna til að minnka eftirspurn.*
- *Bættar almenningsamgöngur.*
- *Hvatning til samgangna án vélarafls, þ.e. fara leiðar sinnar fótgangandi eða á reiðhjóli.*
- *Umferðarstýring, bætt nýting á almenningsamgöngum og viðhald á vegakerfi (samgöngukerfi).*
- *Bætt upplýsingaflæði milli landa og innan landa.*
- *Endurmat núverandi neyslu- og framleiðslumynsturs til að minnka orku- og hráefnisnotkun.*

Í dag er hugtakið sjálfbær þróun oft notað sem markmið og aðferðafræði. Mikilvægt er að skilgreina hvað sjálfbær þróun í íslensku samfélagi merkir og að hafa skýrt mótaða stefnu þessum málum. Unnið er að stefnumörkun um sjálfbæra þróun í íslensku samfélagi 2001-2020.

### 2.1.4 Rammisamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar 1992

Grunnurinn að alþjóðlegu samstarfi vegna losunar gróðurhúsalofttegunda var lagður með rammisamningi Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (United Nations Framework Convention on Climate Change). Samningurinn var undirritaður á heimsráðstefnu Sameinuðu þjóðanna um umhverfi og þróun í Ríó de Janeiro í Brasilíu árið 1992. Helsta markmið samningsins er:

*Að koma jafnvægi á styrkleika gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftinu þannig að komið verði í veg fyrir hættulega röskun á loftslagskerfinu af mannavöldum.*

Samningurinn tók gildi 1994 og eru Íslendingar í hópi þeirra þjóða sem hafa skuldbundið sig til þess að stemma stigu við loftslagsbreytingum af mannavöldum með því að gangast undir skuldbindingar samningsins.

### 2.1.5 Kyotobókunin 1997

Þing aðildarríkja (Conference of the Parties-COP) samanstendur af þeim ríkjum sem eiga aðild að rammisamningnum og ber ábyrgð á alþjóðlegu samstarfi vegna loftslagsbreytinga. Síðan aðildarríki samningsins þinguðu fyrst í Berlín árið 1995 hefur nefndin þingað árlega, nú síðast í nóvember 2000 í Haag. Á fyrsta aðildarríkjaþinginu 1995 var samþykkt að hefja samningaviðræður til að styrkja ákvæði samningsins og stefnt að því að ljúka samningi á árinu 1997.

Síðan rammisamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar var undirritaður 1992 hafa aðildarríkin byrjað að vinna að því að standa við skuldbindingar sínar. Eitt mikilvægasta skrefið er án efa Kyotobókunin sem var samþykkt á þriðja þingi aðildarríkja samningsins (COP3) í Kyoto í Japan í desember 1997.

Í Kyotobókuninni eru sett fram bindandi losunarmörk á gróðurhúsalofttegundum í iðnríkjum. Miðað er við að á árunum 2008-2012 muni þessi ríki í heildina draga úr losun gróðurhúsalofttegunda um 5,2% miðað við árið 1990. Gert er ráð fyrir að Bandaríkin muni minnka losun gróðurhúsalofttegunda um 7%, Japan um 6% og ESB-ríkin um 8%. Sum ríki mega þó auka losun gróðurhúsalofttegunda og á það við um Ísland, sem má auka losun um 10%. Kyotobókunin nær til 6 gróðurhúsalofttegunda (GHL) sem vegnar eru saman sem koltvíoxíð ígildi: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, HFC og PFC. Af þessum 6 lofttegundum er CO<sub>2</sub> mikilvægust og stendur fyrir u.þ.b. 80% af gróðurhúsaáhrifunum.

Kyotobókunin var opin til undirritunar á 12 mánaða tímabili frá 16. mars 1998-15. mars 1999. Í lok tímabilsins höfðu 84 ríki skrifað undir bókunina. Hún gengur í gildi þegar a.m.k. 55 ríki hafa staðfest hana en meðal þeirra skulu vera iðnríki sem losuðu a.m.k. 55% af koltvíoxíði árið 1990 (þeirra á meðal er Ísland). Rúmenía er eina iðnríkið sem staðfest hefur bókunina og bíða önnur eftir að frekari umræður og samningar um nánari útfærslu haldi áfram en þeim lauk án samkomulags á sjötta aðildarríkjaþingi samningsins í Haag 2000. Nýlega hefur síðan Bandaríkjastjórn gefið til kynna að hún muni ekki staðfesta bókunina en ekki er enn ljóst hvaða áhrif það muni hafa á þetta ferli.

### 2.1.6 Haag 2000

Næsta mikilvæga skrefið varðandi loftslagsbreytingar var sjötta aðildarríkjaþing rammisamnings Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (COP6) í Haag í nóvember 2000. Nánari útfærsla Kyotobókunarinnar var þar á dagskrá og markmiðið var að finna leiðir til að ná þeim losunarmörkum á gróðurhúsalofttegundum sem sett voru í Kyoto. Þinginu var slitið án samkomulags en fulltrúar ríkj-

anna munu hittast á ný og halda samningaviðræðum áfram í Bonn í júlí 2001.

Íslensk stjórnvöld stefna að aðild að Kyotobókuninni þegar viðunandi lausn hefur fengist. Við frágang Kyotobókunarinnar var Íslandi heimilað að auka losun gróðurhúsalofttegunda á viðmiðunartímabilinu 2008-2014 um 10% miðað við árið 1990. Íslendingar hafa lagt til að losun vegna nýrrar stóriðju verði að verulegu leyti undanþegin þeim mörkum á þeirri forsendu að stóriðja á Íslandi noti endurnýjanlega orkugjafa, sem tryggi lágmarksútreymi á heimsvísu, og vegna mikilvægis slíkra iðjuvera fyrir hið litla og einhæfa íslenska hagkerfi. Stóriðja hefur hér óvenjumikil áhrif og erfitt yrði að koma á fót nýju stóriðjuveri að óbreyttum skilyrðum bókunarinnar. Notkun hreinna og endurnýjanlegra orkugjafa nemur um 2/3 af orkunotkun Íslendinga sem er hærra en hjá nokkru öðru OECD-ríki, en orkuframleiðsla á stóran þátt í gróðurhúsaáhrifum.

## 2.2 Aðgerðir íslenskra stjórnvalda

Þátttaka Íslendinga í alþjóðlegu samstarfi í umhverfismálum felst annars vegar í að gæta íslenskra hagsmuna á alþjóðavettvangi og hins vegar í þátttöku í samstarfi ríkja um stefnumörkun á sviði umhverfismála. Mörg viðfangsefni á sviði umhverfismála hafa hnattrænar afleiðingar, svo sem loftslagsbreytingar af mannavöldum. Því er þátttaka Íslendinga í slíku samstarfi mikilvæg.

Eins og fram kemur hér á undan hefur alþjóðleg athygli beinst að loftslagsbreytingum og sjálfbærri þróun í nokkuð langan tíma. Hér eru kynntar helstu aðgerðir íslenskra stjórnvalda í tilefni af alþjóðlegum samningum og samvinnu varðandi loftslagsbreytingar og umhverfismál samgangna.

### 2.2.1 Framkvæmdaáætlun vegna loftslagssamningsins

Á árinu 1995 samþykkti ríkisstjórnin framkvæmdaáætlun vegna rammisamnings Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar. Í framkvæmdaáætluninni var stefnumiðum og aðgerðum ríkisstjórnarinnar skipt í tvo hluta, annars vegar almennar og hagrænar aðgerðir sem ná til almennings og meginhluta atvinnulífsins, og hins vegar sértækar aðgerðir sem eiga við einstakar atvinnugreinar eða þjónustusvið samfélagsins. Í almennum og hagrænum aðgerðum var m.a. gert ráð fyrir að ríkisstjórnin endurskoðaði gjaldtöku af bifreiðum og eldsneyti með það fyrir augum að auka hlutfall sparneytinna bifreiða. Í sértækum aðgerðum var stefnt að því að takmarka útreymi gróðurhúsalofttegunda frá hverri atvinnugrein, svo sem kostur væri. Til að takmarka útreymi frá samgöngum var m.a. stefnt að heildstæðu skipulagi samgangna, eflingu almenningsamgangna, bættri aðstöðu hjólandi og gangandi vegfarenda,



lögleiðingu upplýsingaskyldu seljenda nýrra bifreiða og takmörkun á notkun lífrænna leysiefna við vegagerð.

Í framhaldi af framkvæmdaáætluninni skipaði umhverfisráðherra nefnd til að hafa umsjón með henni. Í skýrslu þeirrar nefndar frá árinu 1997 er lagt til að samgönguráðherra skipi sérstakan starfshóp til þess m.a. að leggja grunn að heildstæðu skipulagi samgangna í landinu m.t.t. orku- og mengunarmála og stuðla að fræðslu til að bæta nýtingu eldsneytis. Samgönguráðherra skipaði starfshóp 30. apríl 1997 til að koma í framkvæmd stefnumiðum og aðgerðum samgönguráðuneytisins til að takmarka útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum. Vorið 1998 gaf starfshópurinn út skýrslu þar sem lagt er mat á ástandið eins og það var árið 1990 en það er viðmiðunarár í rammasamningi Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar. Þá var lagt mat á ástand mála árið 1996 og gerð grein fyrir líklegri þróun á næstu árum.

Starfshópurinn benti á ýmsar aðgerðir sem hann taldi líklegar til að ná árangri í minnkun losunar og mælti sérstaklega með nokkrum þeirra. Helstu niðurstöðurnar voru þessar:

- Tryggja þarf að í svæðis- og aðalskipulagi sé á markvissan hátt tekið á samgöngumálum með það að markmiði að stytta akstursleiðir og draga úr akstursþörf. Einkum er mikilvægt að koma á svæðisskipulagi fyrir höfuðborgarsvæðið þar sem gatnakerfi allra sveitarfélaga á svæðinu verði samræmt með ofangreind markmið í huga.
- Vinna þarf að því vegir og götur séu þannig úr garði gerð að orkunotkun verði sem minnst. Hafa þarf þetta í huga strax á hönnunarstigi. Meðal atriða sem minnka orkunotkun má benda á lögn bundins slitlags á malarvegi, styttingu vega þar sem það er unnt og minnkun biðtíma á gatnakerfi þéttbýla með endurbótum gatnamóta, bættri samhæfingu umferðarljósa og gerð umferðarmannvirkja.
- Bæta þarf skipulagningu almenningssamgangna með það að markmiði að almenningssamgangnakerfi virki sem eitt kerfi gagnvart notendum. Í því sambandi þarf einnig að huga að auknum forgangi eða sérstökum leiðum fyrir almenningssvagna. Þá þarf einnig að samræma og samhæfa aðrar almenningssamgöngur á landinu.
- Gæta þarf jafnræðis í gjaldtöku af bifreiðum þannig að dísilbílar séu ekki óhagstæðari kostur en bensínbílar. Aksturshvetjandi skattlagning eins og afsláttur af þungaskatti verði lögð niður og stuðlað að því að vörur í miklu magni verði fluttar með skipum eftir því sem mögulegt er.
- Höft verði sett á innflutning notaðra bíla án mengunarvarna og eftirlit í bifreiðaskoðun með sót- og nitroxíðsmengun verði aukið.

- Markviss úttekt verði gerð á rekstrarlegri hagkvæmni farartækja sem nota aðra orkugjafa en jarðefnaeldsneyti. Við úttektina þurfa stjórnvöld að tryggja að farartækin séu prófuð í almennum rekstri. Jafnframt þarf að fara fram fræðsla um farartækin, kosti þeirra og galla.
- Hefja þarf almenna fræðslu og áróður til almennings um orkusparnað í samgöngum.

Ábendingar starfshópsins eru enn í fullu gildi en frá því að skýrsla hans var gefin út hafa stjórnvöld ekki sett fram frekari markmið í umhverfismálum samgangna.

## 2.2.2 Stefna í umhverfismálum samgangna

Í skýrslu umhverfisráðherra „Sjálfbær þróun í íslensku samfélagi - framkvæmdaáætlun til aldamóta“ frá október 1996 kemur fram stefna ríkisstjórnarinnar í umhverfismálum. Þar er m.a. þetta nefnt:

*„Markmið með sjálfbærum samgöngum á Íslandi er að auðvelda hagkvæma nýtingu landsins í atvinnuskyni og að auðvelda okkur að njóta þess sem einstaklingar til útivistar og hagsældar án þess að rýra landgæði eða möguleika komandi kynslóða“.*

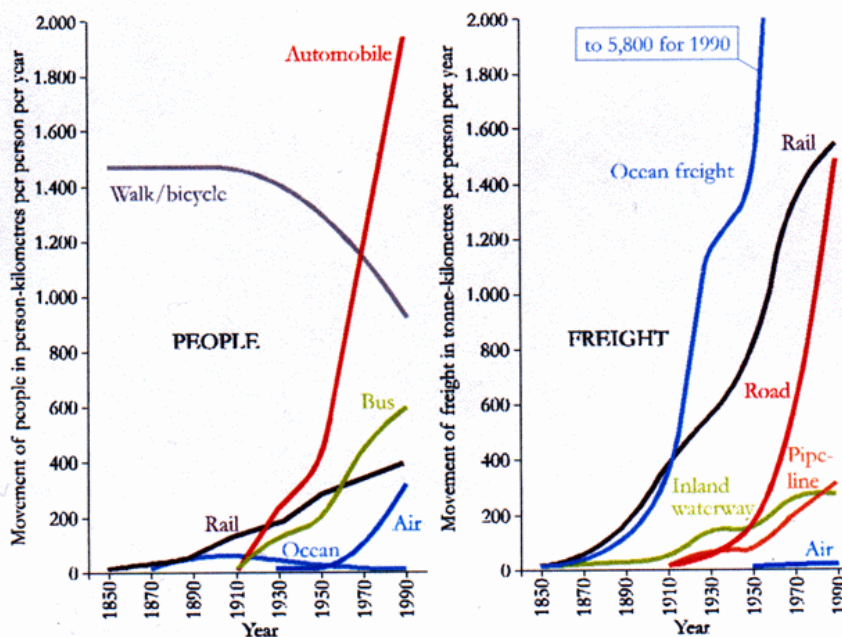
Tiltekið er að draga skuli úr hverskonar rýrnun náttúrugæða svo sem jarðraski, sjónmengun og losun gróðurhúsalofttegunda.

Skipuleggja skal samgöngur í lofti, á landi og á sjó þannig að þær verði sem hagkvæmastar, vegalengdir sem stytstar og orkunotkun sem minnst. Gera skal gangskör að því að vinna í samræmi við alþjóðamengunarstaðla. Auka skal notkun hreinnar orku sem mest.

# 3 Ástand og þróun í samgöngum

Miklar breytingar settu svip sinn á samfélagið á síðustu öld. Ein helsta breytingin var stóraukin ferðalög og vöruflutningar. Á tuttugustu öldinni jukust ferðir fólks og vöruflutningar meira en hundraðfalt á meðan fólksfjöldi í heiminum fjórfaldaðist eins og sýnt er á mynd 1. Hraðasta þróunin var í vega- og flugsamgöngum. Bílar urðu algeng samgöngutæki í Bandaríkjunum á fyrstu áratugum 20. aldarinnar með sambærilegri þróun annarsstaðar síðar.

Vel starfhæfar samgöngur er ein af undirstöðum þess velferðarsamfélags sem við lifum í og samfélagið er háð samgöngum. Aukinn hreyfanleiki (mobility) hefur verið



Mynd 1. Fólks- og vöruflutningar á hvern íbúa í heiminum 1850-1990 [OECD, 2000].

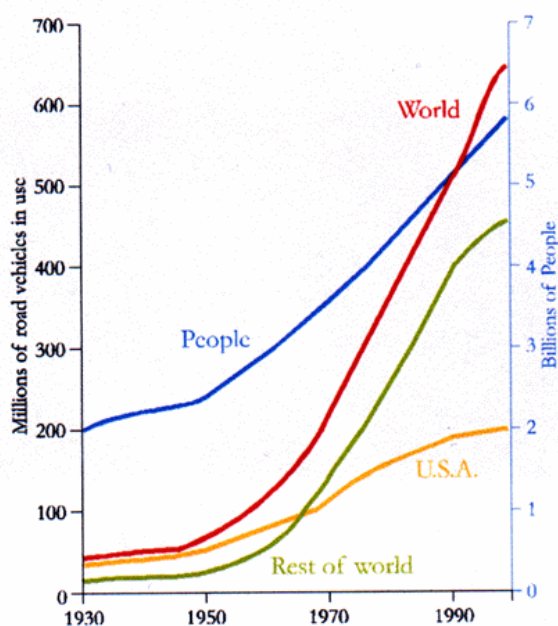
álitinn jákvæður og flýtt fyrir og hvatt til framfara. Samgöngur styðja og efla flest það sem talið er til framfara og því geta inngrip haft alvarleg áhrif. Vegna öflugri samgangna er auðveldara að koma fólki í neyð til aðstoðar, samgöngutækin sjálf eru flókin iðnaðarvara sem helst í hendur við og eflir tækniframfarir, samgöngur auka hreyfanleika almennings sem nú eru talin sjálfsgöð mannréttindi og auðvela fólki samskipti hvert við annað og þannig mætti lengi telja. Öll atvinnustarfsemi, svo sem framleiðsla á vörum og flutningur þeirra á milli staða, þjónustustarfsemi, stjórnsýsla og flestir aðrir þættir í nútíma samfélagi, byggjast að einhverju leyti á samgöngum. Enda er það svo að oft hefur verið sýnt fram á að erfitt er að rjúfa samhengi samgangna og hagvaxtar. Alþjóðavæðingin hefur þýtt að vara hefur í auknum mæli verið framleidd á fleiri en einum stað (t.d. bílar). Þróunin hefur því verið í þá átt að vöruframleiðsla nú krefst meiri flutnings en áður var og því má búast við að flutningsþörfin aukist hraðar en hagvöxturinn. Orkusparandi aðgerðir í flutningsferlinu eru því knýjandi ef CO<sub>2</sub>-losunin á ekki að aukast í samræmi við aukin umsvif í samgöngum. Kannanir erlendis sýna víða að í 50-60% alls aksturs er aðeins einn maður í bíl.

### 3.1 Þróun í samgöngum

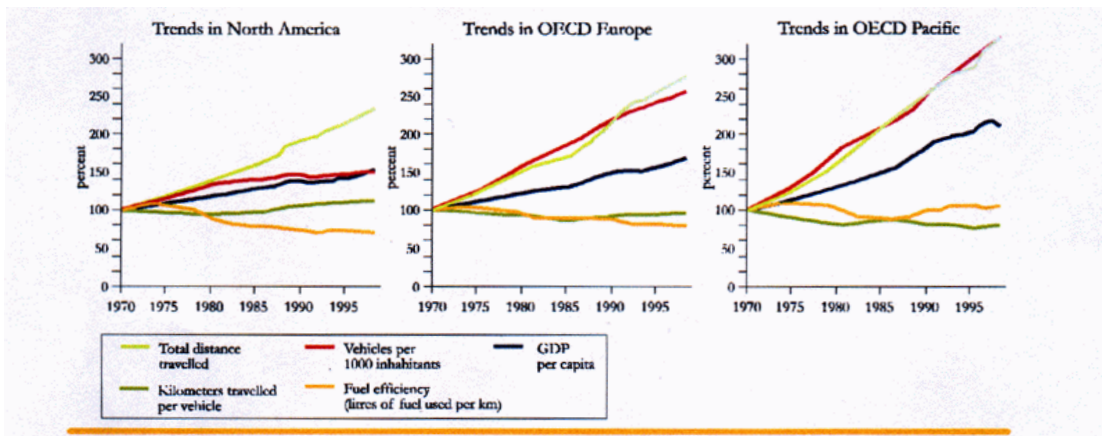
Um 90% bifreiða í heiminum eru einkabílar. Þeir eru hlutfallslega fleiri í þróuðum löndum þar sem lífsgæði eru meiri en í fátækari löndum. Bifreiðafloki heimsins stækkar með tvöföldum hraða fólksfjölgunar og er í dag rúmlega hálfur milljarður bíla eins og sést á mynd 2. Bifreiðafjöldi

virðist stefna í 1,2 milljarða en yrði 3 milljarðar ef hlutfallsleg bílaeign væri allsstaðar eins og í OECD löndunum.

Undanfarin ár hefur bifreiðaeign aukist á sama tíma og þjóðarframleiðsla hefur aukist. Akstursvegalengd á hvern bíl hefur verið svipuð eða minnkað nokkuð frá ári til árs og er aukinn heildarakstur afleiðing af auknum heildarfjölda bifreiða. Eldsneytiseyðsla á hvern ekinna kílómetra hefur dregist saman.



Mynd 2. Bifreiðaeign í Bandaríkjunum og öðrum löndum heims ásamt mannfjöldaþróun í heiminum [OECD, 2000].



Mynd 3. Þróun í „hlutfallslegri“ bifreiðaeign, akstri, þjóðarframleiðslu og eldsneytisnýtingu í OECD löndunum. [OECD, 2000].

### 3.2 Umhverfisáhrif samgangna

Umhverfisáhrif samgangna eru bæði staðbundin og hnatt-ræn. Mörg þessara umhverfisáhrifa eru að aukast en önnur hafa minnkað. Samgöngur hafa einnig mikil samfélagsáhrif og efnahagsleg áhrif.

Þrátt fyrir kosti nútímasamgangna eru einnig neikvæð áhrif fylgjandi samgöngum - fyrst og fremst neikvæð umhverfisáhrif - sem áhrif hafa á umhverfi og heilsu fólks. Neikvæð umhverfisáhrif frá samgöngum eru einkum

- útstreymi gróðurhúsalofttegunda,
- þynning ozonlagsins,
- þrávirk lífræn efni,
- hávaði,
- áhrif í landsslagi,
- staðbundin loftmengun,
- umferðarslys.

Helstu gróðurhúsalofttegundir frá samgöngum eru koltvíoxíð ( $\text{CO}_2$ ), tvíköfnunarefnisoxíð ( $\text{N}_2\text{O}$ ) og metan ( $\text{CH}_4$ ). Allt eldsneyti myndar í mismiklum mæli brennisteinstvíoxíð ( $\text{SO}_2$ ) við bruna sem veldur súru regni en telst ekki til gróðurhúsalofttegundar. Lofttegundirnar kolmónoxíð ( $\text{CO}$ ), nituroxíð ( $\text{NO}_x$ ) og kolvetni annað en metan koma einnig frá samgöngum. Þær valda gróðurhúsaáhrifum óbeint með því að auka styrk ósons í andrúmsloftinu Óson er ekki talið með þeim gróðurhúsalofttegundum sem almennt er miðað við en veldur engu að síður gróðurhúsaáhrifum við ákveðnar aðstæður.

Ýmis önnur efni en koltvíoxíð myndast við bruna jarðefnaeldsneytis í samgöngum, s.s. VOC (volatile organic compounds: rokgjörn lífræn efnasambönd),  $\text{NO}_x$  og CO. Margar tegundir VOC eru krabbameinsvaldandi,  $\text{NO}_x$  veldur öndunarvandamálum og CO hamlar súrefnisupptöku rauðra blóðkorna.

Þegar litið er á hvert farartæki hefur losun gróðurhúsalofttegunda lítil áhrif miðað við ýmsar lofttegundir sem koma frá öðrum orkunotendum. Þar eru áhrif stundum

mun meiri og endingartími í andrúmsloftinu miklu lengri en frá farartækjum. Losun af völdum samgangna í heild er þó mikil vegna þess hve almenn notkun þeirra er.

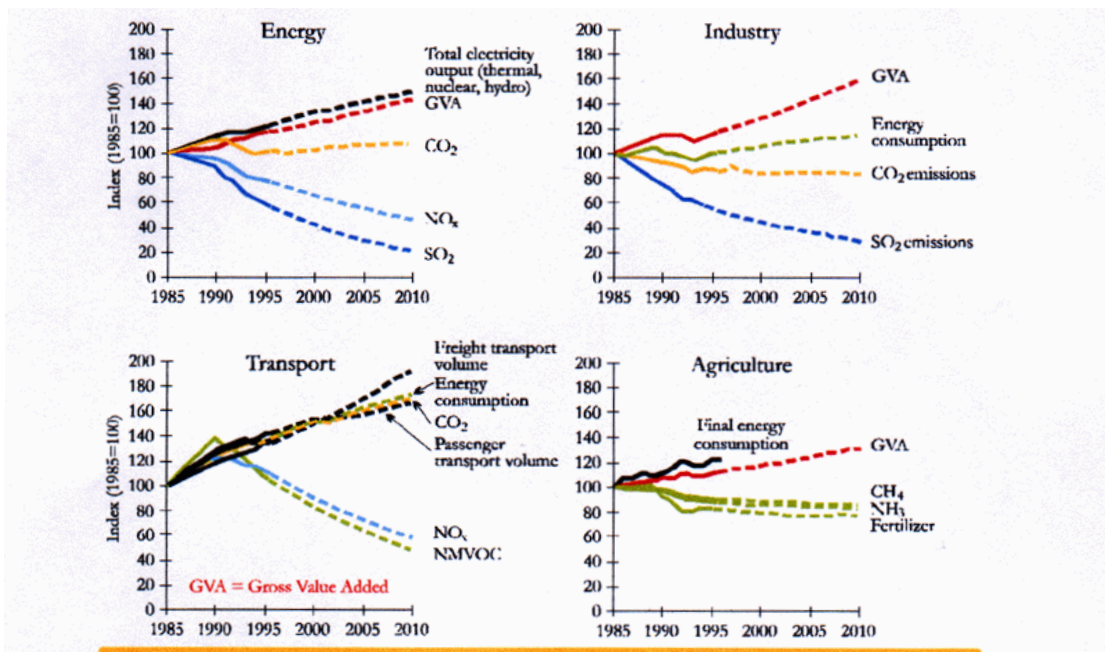
Umræða um umhverfisáhrif samgangna hefur verið til staðar um nokkurn tíma. Útblástur gróðurhúsalofttegunda, eiturefni og fíngert ryk (frá útblæstri dísilbíla og vegna slits á malbiki) hafa verið ofarlega í umræðunni. Til að minnka neikvæð umhverfisáhrif vegna samgangna er m.a. unnt að draga úr þörf fyrir flutninga eða nota umhverfisvænni samgöngumáta, auk þess sem tækniþróun farartækja leggur þungt lóð á vogarskálarnar. Mikilvægt er að halda í kosti núverandi samgangna en draga úr mengun og öðrum neikvæðum áhrifum.

Tekist hefur að minnka losun  $\text{CO}_2$  verulega frá orkuvinnslu og iðnaði en ekki samgöngum. Ástæðan er sú að vöxtur í bifreiðaeign og akstri er og hefur verið mun hraðari en þróunin í eldsneytisnýtingu farartækja, eins og sýnt er á mynd 3. Ávinningurinn af því að takmarka losun koltvíoxíðs er mikill þar eð með því nást einnig önnur markmið um nýtingu orkugjafa sem eru umhverfisvænni en olía og markmið um minnkun á annarri mengun að undanskildum hávaða- og landnotkunarmarkmiðum.

Framfarir, m.a. í gerð bifreiða og í eldsneytisnýtingu, hafa ekki náð að vega á móti aukningu í bifreiðafjölda og notkun. Samt sem áður hafa aðgerðir til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og mengun frá samgöngum haft veruleg áhrif.

### 3.3 Aðferðir til stefnumótunar (EST-verkefni OECD)

Hefðbundnar aðferðir í stefnumótun samgangna til að takmarka umhverfisáhrif hafa miðað við það að reynt sé að meta umhverfisáhrif af núverandi þróun í samgöngum eða öðrum greinum eins og sýnt er á mynd 4. Þessar aðferðir hafa hjálpað til við að minnka ákveðin umhverfisáhrif og heilsutjón af



Mynd 4. Áætluð þróun starfsemi og mengunar í nokkrum geirum innan Evrópusambandsins (ESB), 1990-2010 [OECD, 2000].

völdum samgangna en hafa ekki sýnt hvernig mæta skuli langtímamarkmiðum í umhverfismálum samgangna.

Nýjar aðferðir í stefnumótun samgangna, er lýtur að umhverfismálum, eru því nauðsynlegar. Það hefur leitt til þess að svokölluðum framtíðarsýnum eða sviðsmyndum (scenario) hefur verið beitt í ríkara mæli en áður. Aðferðin felst í að kannaðar eru á skipulegan hátt framtíðarmyndir er lýsa hugsanlegri framvindu að gefnum ákveðnum forsendum. Oftast er stillt upp nokkrum líklegum sviðsmyndum.

Þegar til lengri tíma er litið einkennist þróun samfélags af verulegri óvissu sem hefur þau áhrif að hefðbundnar framtíðarspár verða oft ófullnægjandi. Aðferðarfræði framtíðarsýnar er frábrugðin hefðbundnum framtíðarspám sem venjulega eru byggðar á að núverandi þróun er framreiknuð án þess að heildarsamhengið sé metið.

Í svokallaðri „afturábakaðferð“ (*backcasting*), endurspeglar framtíðarsýnin æskilega þróun og unnið er afturábak til dagsins í dag til að finna út hvort og hvernig unnt er að ná þeirri framtíðarsýn og hvaða stefnumið þurfi til. Í stað þess að byrja með núverandi ástand og ríkjandi þróun er byrjað á að skilgreina sviðsmyndir sem fela í sér lausnir á ákveðnum vandamálum og felst helsta nýbreytnin í þessum skilgreiningum á sviðsmyndunum. Munurinn er því sá að hefðbundnar aðferðir miðast við hvernig forðast beri óæskilega framtíð en með „afturábakgreiningu“ er reynt að nálgast eftirsóknarverða framtíð. Nýlegt dæmi um notkun á þessari aðferð er í EST-verkefni OECD um sjálfbærar samgöngur (*EST-Environmentally Sustainable Transport*), þar sem nokkrar þjóðir hafa unnið slíka „afturábakgrein-

ingu“. Markmið verkefnisins er að þróa langtíma framtíðarsýn og finna aðferðir til að gera samgöngur sjálfbærar.

Í EST-verkefninu er kannað hvernig útlitið er í samgöngumálum yfir lengra tímabil eða til 2030 miðað við ástand mála 1990. Annars vegar framtíðarsýn miðað við áframhaldandi óbreytta þróun (*BAU-Business As Usual*) og hins vegar framtíðarsýn sjálfbærra samgangna (*EST*). Báðar þessar sviðsmyndir (scenarios) einkennast af góðu aðgengi að fólki, stöðum, vörum og þjónustu, miðað við 1990. Í EST-framtíðarsýninni, þ.e.a.s. framtíðarsýn um sjálfbærar samgöngur, næst þetta aðgengi þó með því að minnka flutninga, sérstaklega fólksflutninga. Gert er ráð fyrir meiri notkun á almenningsamgöngum og óvelknúnum samgöngumáta og minnkun í samgöngum með bílum og flugvélum í fólksflutningum. Metið var hvernig unnt væri að ná EST-framtíðarsýninni. Niðurstaðan varð sú að u.þ.b. helmingur myndi felast í tækniþróun og helmingur í breytingum á notkun á samgöngukerfinu (t.d. aðrir samgöngumátar). Niðurstaða verkefnisins var jafnframt sú að áhrif sjálfbærra samgangna væru jákvæð, hagkerfi myndu áfram haldast sterk, samfélagskostnaður myndi minnka og samfélagslegur ávinningur væri fyrirséður.

Skilgreining á sjálfbærum samgöngum hjá OECD:

*Samgöngur stofni ekki heilsu almennings eða lífríki í hættu og mæti þörfum fyrir aðgengi þannig að*  
 (a) notkun á endurnýjanlegum auðlindum, sé undir endurnýjunarhraða.

(b) notkun á auðlindum, sem ekki eru endurnýjanlegar, sé undir þróunarhraða á endurnýjanlegum auðlindum er koma í staðinn.



### 3.3.1 Samanburður á EST og BAU

Samantíðarsýn um sjálfbærar samgöngur (EST) og áframhaldandi óbreyttri þróun (BAU).

EST	BAU
Markmið um sjálfbærar samgöngur eru sett fram og unnið er afturábak til að finna leiðir til að ná þessum markmiðum.	Framtíðarspá miðað við áframhald á núverandi þróun. Hvað þarf til að vinna á móti þessari þróun.
Bifreiðaeign mun minnka og notkun á blendingsbílum og rafmagnsbílum aukast.	Bifreiðaeign og heildarakstur mun aukast verulega frá 1990 (allt að 200%). Akstursvegalengd á hvern bíl mun haldast svipuð og 1990. Bensín og dísilolía munu áfram verða aðalorkugjafar með einhverri aukningu þó í öðrum orkugjöfum s.s. blendingsbílum og rafmagnsbílum.
Langferðir í vöruflutningum minnka með bættu skipulagi á flutningum og með meiri notkun á sporbundnum flutningum. Vetni verður algengt eldsneyti í vöruflutningum, bæði beint og efnarafalar ( <i>fuel cells</i> ).	Aukning í vöruflutningum mun verða meiri en sem nemur bifreiðanotkun almennt með meiri aukningu í dísilnotkun.
Lestir verða rafknúnar, fleiri möguleikar á hraðlestum og nýtni og afkastageta meiri með áherslu á umhverfisvænni aðferðir, sérstaklega í vöruflutningum með lestum. Afkastageta meiri og umhverfisvænni sjóflutningar, jafnvel vetnisvæddir.	Vöruflutningar með lestum og sjóflutningar munu aukast en mun minna en vegaflytningar.
Meiri notkun á samræmdum almenningssamgöngum, þ.m.t. nýir möguleikar, s.s. almenningsbílar sem koma munu að einhverju leyti í staðinn fyrir bifreiðaeign einstaklinga. Áhrif á heilsu og umhverfi munu því minnka af ferðum fólks.	Almenningssamgöngur munu aukast en mikið hægar en sem nemur aukningu bifreiðanotkunar.
Í ferðum fólks verður áhersla lögð á að fækka langferðum og á mun meiri notkun á óvélknúnum samgöngutækjum í styttri ferðir með aukinni hjólreiða- og göngustígagerð.	Óvélknúnar samgöngur (hjólréiðar og gangandi) munu standa í stað eða minnka frá árinu 1990.
Löngum flugferðum mun fækka.	Langmesta aukningin verður í flugsamgöngum eða allt að 600% miðað við 1990.
	Vélknúnar vegasamgöngur og flugsamgöngur verða ráðandi samgöngumátar 2030.

Áhrifin verða eftirfarandi:

EST-markmið árið 2030	BAU-áhrif árið 2030
Losun VOC og NO <sub>x</sub> verður ekki meira en 10% af því sem var 1990 (þ.e.a.s. 90% minnkun). Minnkun á fínum ögnum verður um 55-99% miðað við 1990.	Losun VOC, NO <sub>x</sub> og CO og fínna agna mun minnka í heildina í OECD ríkjum. Hnattrænt mun þessi mengun aukast og jafnvel á síðari hluta tímabilsins í OECD-ríkjunum.
Losun CO <sub>2</sub> frá samgöngum verður ekki meiri en 20% af losun 1990 (þ.e.a.s. 80% minnkun).	2030 mun losun CO <sub>2</sub> frá samgöngum hafa tvöfaldast, frá árinu 1990.
Hávaðamengun utan dyra frá samgöngum mun ekki vera þannig að hún hafi áhrif á heilsu fólks. Hámarkshávaðastig verður þá 55dB(A) að degi til og 45dB(A) að nóttu.	Hávaðamengun mun minnka eitthvað í heildina en þó munu samgöngumátar, sérstaklega flugsamgöngur, valda meiri hávaða.
Landnotkun þróast þannig að staðbundnar og svæðisbundnar kröfur um verndun á loftgæðum, vatnsgæðum og vistkerfum verði uppfylltar.	Landnotkun mun aukast og þar með einnig vatnsmengun ofl.
	Samgöngur árið 2030 eru líklegar til að auka félagslegan og fjárhagslegan kostnað samfélagsins.
	Tækniframfarir verða ekki nægar til að sporna við áhrifum vegna aukinnar eftirspurnar eftir samgöngum.
Samgöngur verða sjálfbærar.	Samgöngur verða ekki sjálfbærar.

Þau atriði sem EST tekur til eru sýnd á meðfylgjandi mynd með enskum texta (**mynd 5**). Svo sem sjá má eru hávaði, svifagnir í andrúmslofti, landnotkun o.fl. innan marka verkefnisins.

Frá 1990 til 2030 er rætt um allt að 80% aukningu í samgöngum einungis til þess að framkvæma það sama og í dag s.s. innkaupaferðir, ferðir á vinnustað og ferðir með börn á barnaheimili o.s.frv.

Samkvæmt niðurstöðum EST-verkefnisins eru miklir möguleikar á að halda meginkostum núverandi samgöngukerfis. Koma má vinnu fólks þannig fyrir, ekki síst fyrir tilstilli nútímatækni í fjarskiptum, að ferðum milli vinnu og heimilis fækki. Vörur má framleiða nær mörkuðum en gert er í dag, sem verður væntanlega hagkvæmara eftir að umhverfiskostnaður hefur verið tekinn með í reikninginn. Hagkvæmni fjöldaframleiðslu mun því verða séð með öðrum augum. Sífelld fræðsla til almennings mun auka vitund hans og áhuga á að vernda og bæta umhverfi sitt. Aukin tæknileg þekking og aukin þekking á mannlegri hegðan mun sennilega auðvelda umræddar breytingar.

Sjálfbærar samgöngur þurfa að verða eftirsóknarverðar í huga almennings auk þess sem skapa þarf sameiginlegan áhuga samgönguiðnaðarins og almennings á að sækja í átt að sjálfbærum samgöngum.

### 3.3.2 Eldsneytisnotkun

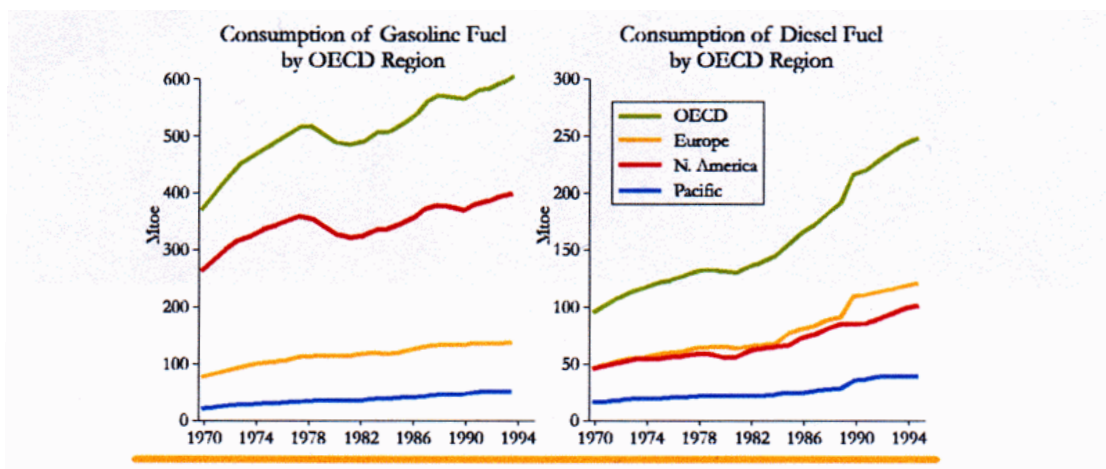
OECD hefur metið notkun bensíns og gasolíu í milljónum tonna í löndum OECD og öðrum löndum heims undanfarna áratugi og til ársins 2030 eins og sýnt er á **mynd 6**.

*Fram til þessa dags hefur bæst við þekktar birgðir jarðefnaeldsneytis. Notkun eykst sífellt en það er öllum ljóst að jarðefnaeldsneyti er takmörkuð auðlind. Mat OECD er að eftir fyrsta áratug þessarar aldar muni framboð (m.v. þekktar birgðir) minnka en eftirspurn mun að öðru óbreyttu aukast alls staðar í heiminum, eins og sýnt er á mynd 7.*

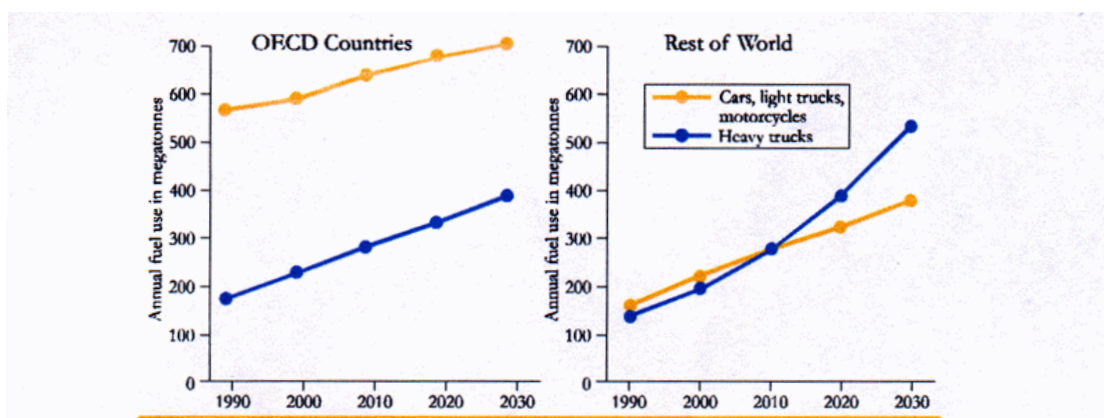
Bilið milli framboðs (m.v. þekktar birgðir) og eftirspurnar mun því aukast eftir fyrsta áratug þessarar aldar eins og fram kemur á **mynd 8**.

<p><b>CO<sub>2</sub></b></p> <p>Climate change is prevented by reducing carbon dioxide emissions so that atmospheric concentrations of CO<sub>2</sub> are stabilised at or below their 1990 levels. Accordingly, total emissions of CO<sub>2</sub> from transport should not exceed 20% of such emissions in 1990.<sup>a</sup></p>	<p><b>NO<sub>x</sub></b></p> <p>Damage from ambient NO<sub>2</sub> and ozone levels and nitrogen deposition is greatly reduced by meeting WHO Air Quality Guidelines for human health and eco-toxicity. This implies that total emissions of NO<sub>x</sub> from transport should not exceed 10% of such emissions in 1990.<sup>b</sup></p>
<p><b>VOCs</b></p> <p>Damage from carcinogenic VOCs and ozone is greatly reduced by meeting WHO Air Quality Guidelines for human health and ecosystem protection. Total emissions of transport-related VOCs should not exceed 10% of such emissions in 1990 (less for extremely toxic VOCs).<sup>b</sup></p>	<p><b>Particulates</b></p> <p>Harmful ambient air levels are avoided by reducing emissions of fine particulates (especially those less than 10 microns in diameter). Depending on local and regional conditions, this may entail a reduction of 55% to 99% of fine particulate (PM<sub>10</sub>) emissions from transport, compared with 1990 levels.<sup>c</sup></p>
<p><b>Noise</b></p> <p>Noise from transport no longer results in outdoor noise levels that present a health concern or serious nuisance. Depending on local and regional conditions, this may entail a reduction of transport noise to no more than a maximum of 55 dB(A) during the day and 45 dB(A) at night and outdoors.<sup>d</sup></p>	<p><b>Land-use/Land-take</b></p> <p>Land-use and in particular infrastructure for the movement, maintenance, and storage of transport vehicles is developed in such a way that local and regional objectives for air, water and eco-system protection are met. Compared to 1990 levels, transport activity will likely entail a smaller proportion of land devoted to transport infrastructure.</p>

Mynd 5. Þau atriði sem EST-verkefnið tekur til og þau markmið sem sett eru til að ná sjálfbær- um samgöngum.

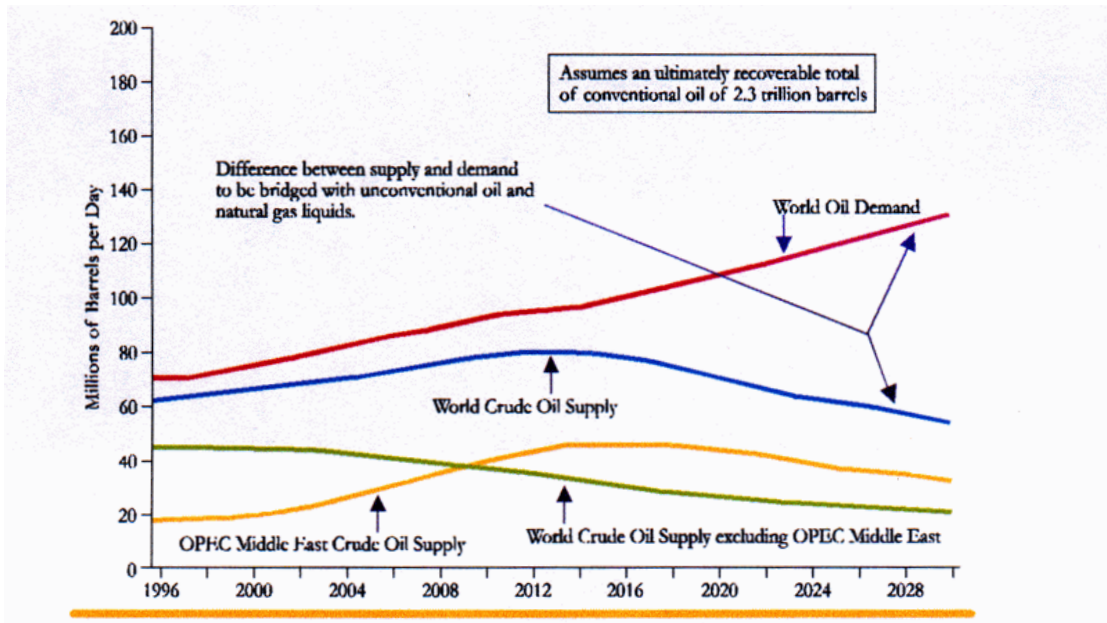


Mynd 6. Eldsneytisnotkun í OECD-ríkjum [OECD, 2000].



Mynd 7. Þróun eldsneytisnotkunar í OECD-ríkjum og annars staðar í heiminum. Þróunin er sýnd annars vegar fyrir léttar bifreiðar (einkabifreiðar, léttar vöruflytningabifreiðar og mótörhjól) og hins vegar fyrir þungar bifreiðar [OECD, 2000].





Mynd 8. Áætluð eldsneytisefitirspurn og áætlað framboð á eldsneyti til 2030 [OECD, 2000].

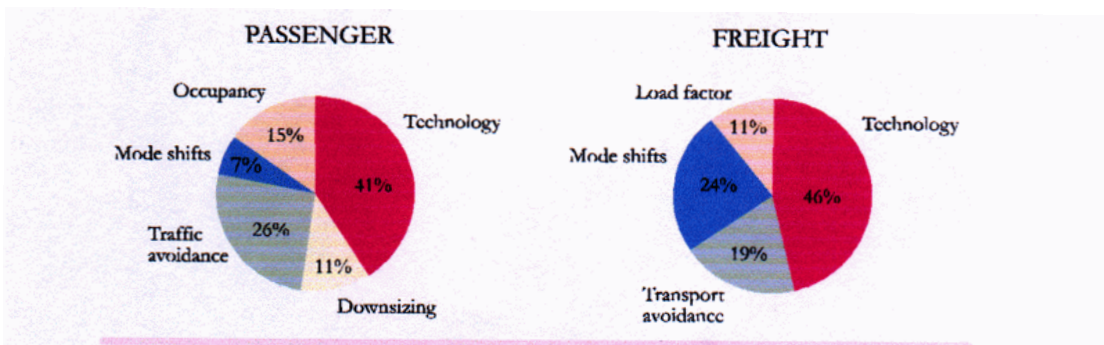
### 3.3.3 Aðferðir til að ná markmiðum

Á mynd 9 má sjá hvaða þættir það eru sem talið er að muni stuðla mest að því að markmið um sjálfbærar samgöngur (EST) náist. Tækniþróun mun hafa þar mest áhrif, bæði varðandi einkabifreiðar og fólks- og vöruflutningabifreiðar.

Aðferðum til að ná markmiðum um sjálfbærar samgöngur, er skipt í þrjá flokka: stjórnvaldsreglur, fjárhagsleg stjórn tæki og upplýsingastjórn tæki. Mikilvægast er hvenær og hvernig þessum aðferðum er beitt, þ.e.a.s. í hvernig áföngum. Almennt var álitnið að strangari aðferðum væri best að beita síðast í ferlinu. Áhersla var lögð á að snemma í ferlinu væru notaðar aðferðir sem mundu gera strangari aðferðir þolanlegri síðar, aðallega með fræðslu en einnig með skynsamlegri notkun á strangari aðferðum. Þannig eru svokallaðar „mýkri“ aðferðir notaðar fyrst og síðar strangari aðferðir eins og t.d. skattar og sektir. Það

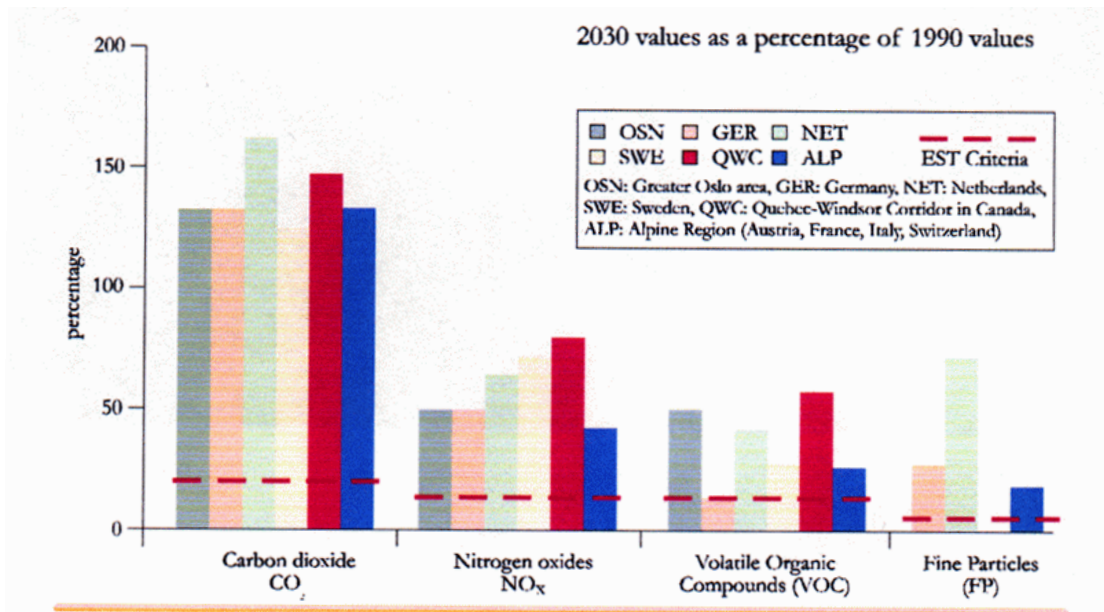
skiptir miklu að nota eins jákvæðar aðgerðir og hægt er. Sé hægt að beina flutningum á milli samgöngumáta og stytta vegalengdir með bættu skipulagi hefur það áhrif til að auðga mannlíf öfugt við bönn og auknar álögur. Þá þurfa flestar þær aðgerðir sem rætt hefur verið um að verða á ábyrgð stjórnvalda einstakra landa þrátt fyrir að sum mál verði ekki leyst án alþjóðlegrar samvinnu.

Enn sem komið er munu væntanlega margir telja að sú bylting sem að EST-verkefnið boðar sé óraunhæf. Margt bendir þó til þess að þróunin verði í þá átt sem þar er lýst. Verði ekkert að gert er því spáð að mengun frá umferð muni vaxa mikið á tímabilinu 1990-2030. Miðað við áframhaldandi óbreytta þróun er talið að losun CO<sub>2</sub> muni meira en tvöfaldast á þessu tímabili og NO<sub>x</sub> vaxa um nálægt 50% eins og sést á mynd 10. Til frekari skýringar skal bent á að brotnu strikin í myndinni tákna viðmiðanir EST-verkefnisins fyrir árið 2030.



Mynd 9. Þættir sem stuðla að því að markmið um sjálfbærar samgöngur (EST) náist [OECD, 2000].



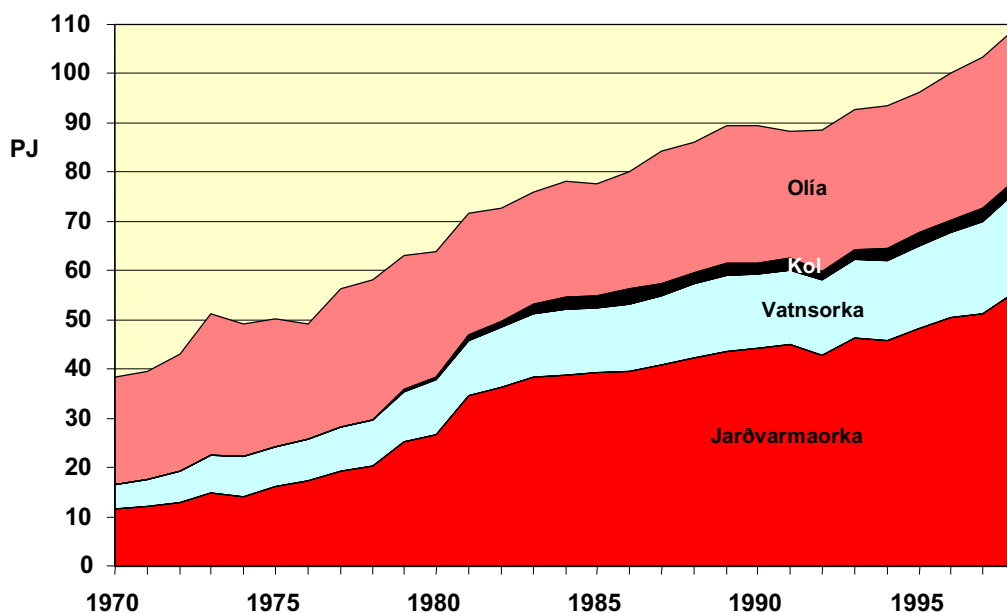


Mynd 10. Spár um mengun vegna umferðar miðað við áframhaldandi óbreytta þróun (BAU-Business As Usual) á þeim svæðum sem EST-verkefnið nær til. Einnig eru markmið sjálfbærra samgangna (EST) sýnd [OECD, 2000].

## 4 Íslenskar aðstæður

Ef lítið er til orkunotkunar samgangna á Íslandi hlutfallslega miðað við heildarorkunotkun er þetta hlutfall lægst á Íslandi á Norðurlöndum. Skýringar þessa mun helst vera að leita í því að á Íslandi er heildarorkunotkun á íbúa meiri en annars staðar. Orkunotkun í samgöngum er hins vegar mikil á Íslandi, sé miðað við íbúafjölda, aðallega notkun á jarðefnaeldsneyti. Milli Norðurlandanna er munurinn þó tiltölulega lítiill og segja má að orkunotkun samgangna sé mikil hjá þeim öllum miðað við önnur OECD lönd.

Helsta skýringin á því hvers vegna orkunotkun á hvern íbúa er meiri hér á landi en í flestum öðrum ríkjum er sú að stóriðja hér á landi notar mikla orku. Þá fer hlutfallslega mikil orka til húshitunar og er jarðvarmi notaður til slíks í miklum mæli. Í jarðvarmanum felst stór hluti af sérstöðu landsins með tilliti til orkunotkunar en flestir þéttbýliskjarnar reka eigin hitaveitur sem framleiða orku úr jarðvarma. Væri notuð innflutt olía til hitunar húsa í stað jarðvarma má gera ráð fyrir því að innflutningur á olíu tvöfaldaðist. Ekki er langt síðan olía var víða notuð til húshitunar hér á landi. Gert var átak til að hætta sem mest notkun hennar og nota jarðvarma í staðinn en Íslendingar nutu



Mynd 11. Orkunotkun á Íslandi skipt eftir uppruna orkunnar [Orkustofnun, 1999].

hins vegar ekki þessara breytinga við gerð Kyotobókunnarinnar.

Á Íslandi er talið að einungis lítil hluti af virkjanlegri orku sé nýttur í dag og liggja því miklir möguleikar í nýtingu hreinnar orku í framtíðinni. Af heildarnotkun orku í dag kemur einungis um þriðjungur frá innfluttri olíu en tveir þriðju frá endurnýjanlegum orkugjöfum (**mynd 11**). Um það bil 70% af þeirri orku, sem fengin er með innfluttu bensíni og olíu, fer í að knýja bifreiðar og skip.

Skýringa á miklum akstri hér á landi er m.a. að leita í því hvernig landið hefur byggst, landslagi og veðráttu. Af innfluttri olíu, sem notuð er til samgangna, fara um 93% til bifreiðanotkunar, um 4% til flugsamgangna og um 3% til sjósamgangna.

Losun CO<sub>2</sub> er ekki mjög mikil sé miðað við heildarorkunotkun landsmanna, litlu lægri en í Svíþjóð og um tveimur þriðju lægri en í Danmörku. Skýringarinnar er að leita í hinu háa hlutfalli orku frá fallvötnum og jarðvarma á Íslandi. Losun á hvern íbúa gefur aðra mynd. Þar er losun á Íslandi nálægt meðaltali sé t.d. miðað við meðaltal ESB. Frá samgöngum koma um 31% heildarlosunar, um 35% frá fiskiskipafloetanum og um 21% frá iðnaði. Afgangurinn, eða um 13%, kemur frá ýmsum orkunotendum.

Efnahagsástand hefur verið gott á Íslandi undanfarin ár. Fylgni er á milli innflutnings bíla og góðs efnahagsástands og þar sem spáð er að hægi á hagvexti hér á landi mun væntanlega hægja á innflutningi bifreiða í kjölfarið.

## 4.1 Samgöngur og markaðurinn

Því fer fjarri að fullkominn markaður ríki á sviði samgangna. Sumir hafa einmitt bent á þetta sem eina af meginskýringum á þeim vanda sem samgöngur eiga við að glíma. Svo virðist sem lítið jafnvægi ríki milli framboðs og eftirspurnar. Það megi því álykta sem svo að samgöngur séu of ódýrar því verð þeirra virðist lítið hækka þótt eftirspurnin hafi aukist gríðarlega.

Flestir, sem um þetta fjalla, eru sammála þeirri staðhæfingu að vegfarendur greiði ekki réttlátlega fyrir afnot af vegkerfinu. Þetta mætti nokkuð auðveldlega bæta með notendagjöldum er taki mið af farartæki, stað og stund notkunar. Slík innheimta af öllum farartækjum verður væntanlega tæknilega möguleg innan tíu ára. Margt bendir einnig til að hægt verði að innheimta réttlátan kostnað af þyngri farartækjum mikið fyrr eða innan fimm ára.

Það sem hér er átt við með réttlátum kostnaði er að í framtíðinni verður nauðsynlegt að leiðrétta núverandi rangt verð neikvæðs ytri kostnaðar (*mis-pricing of negative externalities*) einfaldlega til þess að halda honum niðri. Ytri kostnaður er raunverulegur kostnaður sem notandi veldur en greiðir ekki fyrir þar sem enginn markaður er og því enginn seljandi. Þessi ytri kostnaður í samgöngum er

notkun á mannvirkjum þ.m.t. slit, mengun og gróðurhúsalofttegundir, hávaði, heilbrigðisvandamál er tengjast samgöngum þ.m.t. slys og tafakostnaður.

Þannig hefur fram að þessu ekki verið greitt rétt gjald fyrir útstreymi gróðurhúsalofttegunda og því eykst það stöðugt. Ef notendur þyrftu að greiða fyrir útstreymi þá myndu þeir spara og hagræða. Þetta á svo sem einnig við um aðra mengun og óþægindi frá samgöngum. Ökumenn greiða ekki íbúum við umferðargötu fyrir hávaðann og ónæðið sem þeir valda sem þó kynni að vera réttlátt og þannig mætti lengi telja. Þrátt fyrir þetta má jafnframt fullyrða að ökumenn greiði mun meira en aðrir því veruleg gjöld eru lögð á bifreiðar og eldsneyti. Á Íslandi er þannig greitt fyrir allar framkvæmdir í vegagerð. Sérstök gjaldtaka af þessu tagi á sér ekki stað af annarri notkun jarðfnaeldsneytis svo dæmi sé tekið. Annað mál er hvort gjaldtökuinni sé réttlátlega skipt og má reyndar fullyrða að svo sé ekki.

Sérstakt vandamál á sviði einokunar þótt ótrúlegt megi virðast er tengt brotakenndri samvinnu á sviði vegagerðar, almenningssamgangna og skipulagsmála. Þetta mætti bæta verulega með betri samþættingu skipulagsmála og samgöngustefnunnar.

## 4.2 Losun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi

Talsverðar framfarir hafa orðið í takmörkun neikvæðra áhrifa frá samgöngum. Þar má helst nefna fækkun slysa, þrátt fyrir að árið 2000 hafi orðið Íslendingum þungt í skauti. Blýbensín er ekki lengur notað og losun NO<sub>x</sub> og nituroxíða hefur minnkað í kjölfar hvarfakútanotkunar. Á sama tíma hefur umferð vaxið og þar með losun CO<sub>2</sub>. Árið 1999 hafði losun CO<sub>2</sub> frá umferð á vegum aukist um 15% frá því sem var árið 1990.

Sú áskorun sem við stöndum nú frammi fyrir felst í því að efla áfram samgöngukerfi sem á jafnframt að menga minna, valda færri slysum og kosta minna. Þrátt fyrir að stjórnvöld og almenningur hafi gert sér grein fyrir því að óheftur vöxtur samgangna leiðir af sér mikinn kostnað, eins og t.d. slysa-, umhverfis- og tafakostnað, hefur illa gengið að sporna við þeirri þróun.

Við gerð áætlana um framtíðarskipulag samgangna þarf m.a. að hafa í huga umhverfiskostnað. Einnig þarf að kanna tíma- og kostnaðarsparnað notenda og samfélagsins í heild og setja fram markmið um virkni samgöngukerfisins. Hugleiða þarf uppbyggingu vöruflutningakerfisins og hve öruggt og fljótvirkt það á að vera, ásamt markmiðum um þægindi og öryggi hins almenna vegfarenda. Vonir standa til að vinna við gerð samræmdar samgönguáætlunar þoki þessum atriðum nokkuð áleiðis.

# 5 Losun gróðurhúsa-lofttegunda frá samgöngum á Íslandi

Losun koltvíoxíðs við brennslu jarðefnaeldsneytis í innanlandssamgöngum og í heild hefur verið með þessum hætti í þúsundum tonna sl. 10 ár:

	Bifreiðar	Siglingar	Flug	Samgöngur í heild	Losun alls (frá jarðefnaeldsneyti)	Samgöngur %
1990	534	59	32	626	1.735	36,1
1991	551	54	31	636	1.675	38,0
1992	563	56	26	644	1.794	35,9
1993	561	60	25	646	1.840	35,1
1994	569	58	23	650	1.827	35,6
1995	564	37	30	630	2.039	30,9
1996	573	34	33	650	2.133	30,5
1997	580	26	31	637	2.179	29,2
1998	593	20	33	647	2.111	30,6
1999	616	18	32	665	2.210	30,1

Tafla 1. Losun CO<sub>2</sub> frá samgöngum [Unnið út frá upplýsingum frá Orkuspárnefnd og Hollustuvernd].

Athygli er vakin á því að í umræðu um losun gróðurhúsa-lofttegunda hefur oft verið miðað við mismunandi forsendur. Í sumum tilvikum hefur losun annarra gróðurhúsalofttegunda en koltvíoxíðs verið reiknuð yfir í koltvíoxíðsigildi.

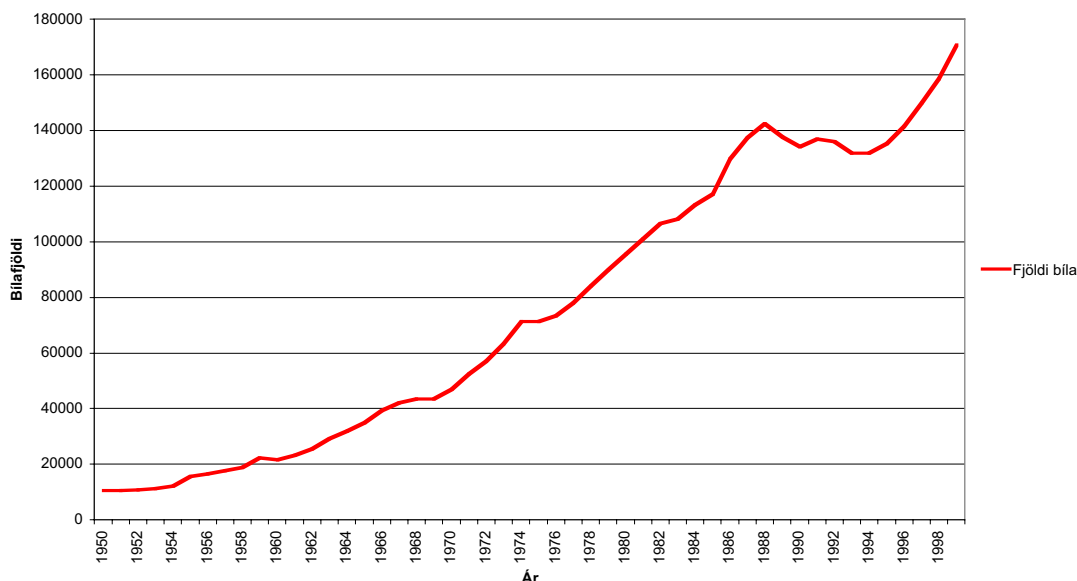
Seinna í skýrslunni kemur fram að þessi munur er nú nálægt 4%. Í töflunni er aðeins miðað við losun koltvíoxíðsins sjálfs.

Í almennri umræðu er gjarnan talað um að losun frá samgöngum sé um það bil þriðjungur af heildarlosun. Svo sem sjá má af töflunni hér að ofan hefur losun frá samgöngum nú síðustu árin vegið minna eða um 30% þegar miðað er við losun vegna brennslu jarðefnaeldsneytis. Þar sem vegasamgöngur eru ráðandi má rekja stærstan hluta koltvíoxíðslosunar til þeirra eða tæp 95% af losun frá samgöngum árið 1999 og tæplega 28% af þeirri losun sem hlaut af brennslu jarðefnaeldsneytis það ár. Auk losunar frá jarðefnaeldsneyti myndast koltvíoxíð við förgun sorps, starfsrækslu jarðvarmavirkjana, iðnaðarframleiðslu eins og t.d. sementsframleiðslu, við landbúnaðarframleiðslu o.fl. Árið 1999 var heildarlosun koltvíoxíðs að teknu tilliti til þessa 2.709 þús. tonn eða um 23% meiri losun en frá brennslu jarðefnaeldsneytis eingöngu. Samkvæmt því var losun CO<sub>2</sub> frá samgöngum árið 1999 um 24% af heildarlosuninni það ár og því er réttara að segja að samgöngur valdi um 1/4 en ekki 1/3 af CO<sub>2</sub> losun á Íslandi. Til samanburðar má geta þess, að innan aðildarríkja OECD stafar að meðaltali 28% af losun CO<sub>2</sub> frá samgöngum, þar af um 80% frá bifreiðum. Í Danmörku er 22% af heildarlosun CO<sub>2</sub> frá samgöngum. Þegar horft er á samgöngunarn sérstaklega kemur í ljós að hlutfall losunar frá bifreiðum er svipað á Íslandi og í Danmörku, um 93%.

## 5.1 Bílaumferð

### 5.1.1 Bifreiðafjöldi til 2000

Á Íslandi eru hvað flestar bifreiðar í heiminum miðað við íbúafjölda. Mynd 12 sýnir þróun bílafjöldans allt til ársins 1999. Í tölum um heildarbílafjölda eru fólksbílar, hóp-



Mynd 12. Bifreiðaeign landsmanna frá 1950 til 1999.

ferðabílar, sendibílar og vöruflutningabílar. Áberandi er hversu hratt bílum fjölgaði eftir 1960. Skýringin á fækkun bíla á árunum 1988 til 1995 er m.a. sú að 1987 var lagt á bifreiðagjald sem varð til þess að fjölmargir lélegir eða ónýtir bílar voru teknir af skrá. Þá varð einnig mikill samdráttur í sölu nýrra bifreiða í kjölfar gríðarlegs innflutnings 1987-'89.

Frá 1990 til ársloka 1999 fjölgaði bílum úr 134.181 í 170.833, eða um 27%. Fólksbílum fjölgaði á sama tíma úr 119.731 í 151.409, eða um 26,5%. Árið 1990 var hlutfall dísilbíla rúm 10% en í árslok 1999 voru þeir tæp 15% af öllum bílum en 9% af bílum undir fjórum tonnum að þyngd. Í árslok 1999 voru 543 fólksbílar á hverja 1000 íbúa en 468 árið 1990. Í árslok 2000 voru fólksbílar orðnir um 562 á hverja 1.000 íbúa.

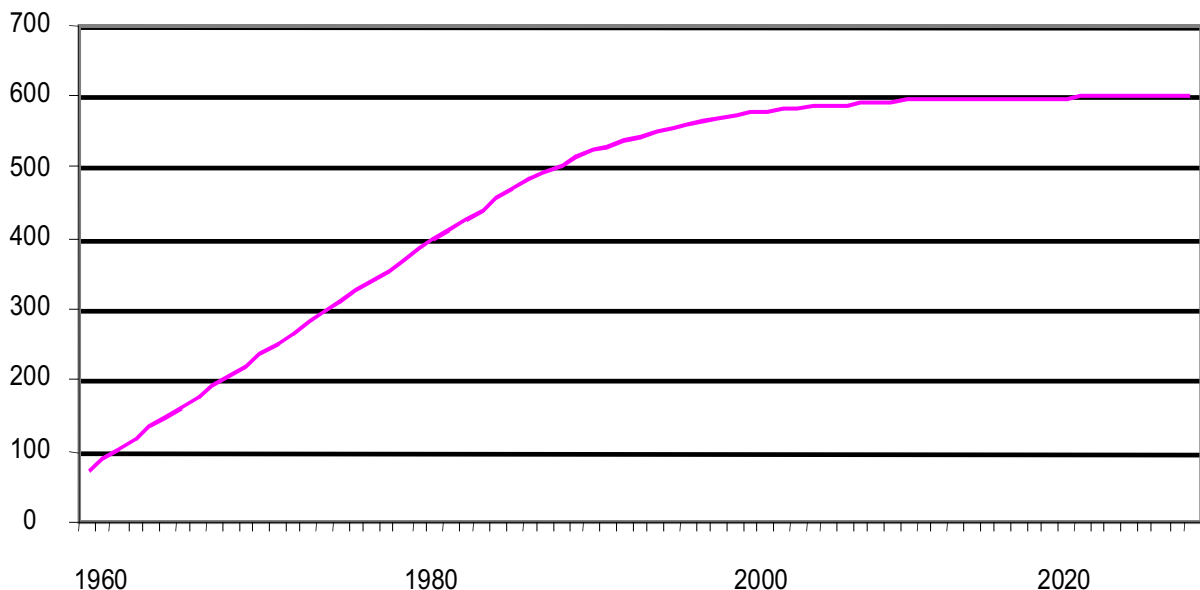
### 5.1.2 Spá um bílaeign

Ef sveiflur eru jafnaðar út og spáð fyrir um fjölda bíla allt til 2030 verður þróunin eins og sýnt er á mynd 13. Þá er miðað við að metnun verði við 600 fólksbíla á hverja 1000 íbúa og verður henni náð nálægt árinu 2010. Viðmiðun um metnun er mismunandi eftir löndum og skiptir hlutur almenningsgangna m.a. máli. Ekki hafa sést viðmið með hærri tölu en 600 fólksbílar á hverja 1000 íbúa. Nú á árinu 2001 eru ýmsir sem telja að þegar séu vísbendingar um að metnun sé að nálgast á íslenska bílamarkaðinum og þess sjást merki í tölum um innflutning á fyrri hluta ársins 2001. Reiknað er með að íbúafjöldi á Íslandi verði orðinn um 320.000 í lok 2030 og fjöldi fólksbíla ætti þá að vera um 192.000 miðað við framangreind metnunarmörk.

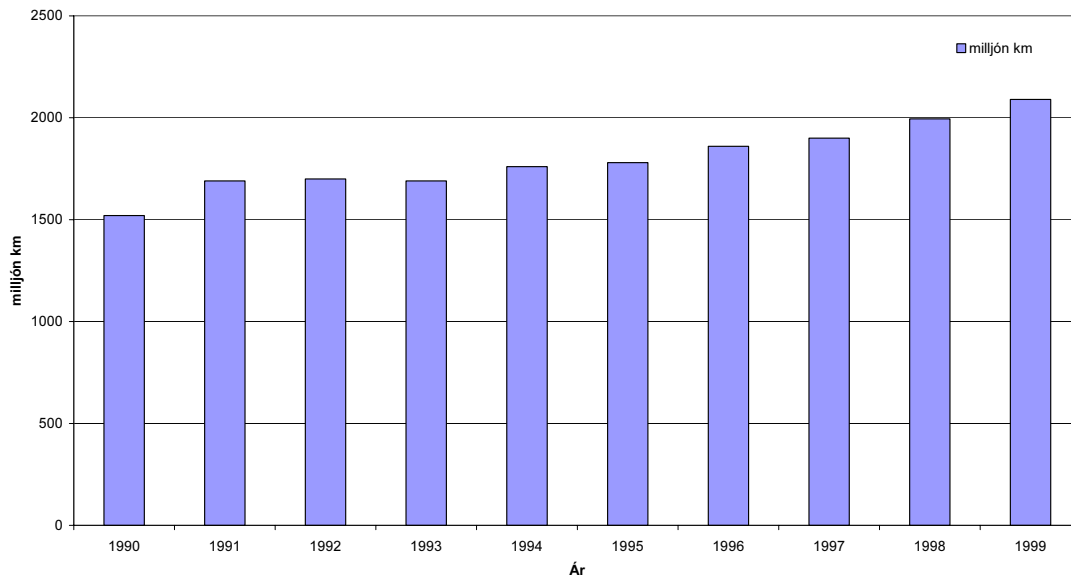
### 5.1.3 Umferð til 2000

Akstur á þjóðvegum er nokkuð vel þekktur út frá talningum. Vegagerðin hefur um 150 fasta teljara á vegakerfinu og auk þess eru öðru hvoru gerðar skynditalningar á ýmsum vegum. Öllum tölum er safnað í umferðarlíkan og með því er umferð áætluð á þeim vegum þar sem ekki er talið. Á höfuðborgarsvæðinu eru einnig viðhafðar bæði fastar talningar og skynditalningar. Umferð í öðru þéttbýli er lítið þekkt en hefur verið lauslega áætluð út frá íbúafjölda. Reiknað er með að ferðafjöldi á hvern íbúa þar sé sambærilegur við ferðir á höfuðborgarsvæðinu en meðallengd hvernar ferðar hins vegar styttri. Í heild er ekki, og verður ekki unnt, að ákvarða umferð hvers árs með mikilli nákvæmni en frávik er þó nær örugglega innan við 10%. Heildarakstur á landinu árin 1990-1999 er sýndur á mynd 14.

Á árunum 1990 til 1994 jókst meðalnotkun hvers bíls úr 11.400 í 13.300 km á ári og hafði þá verið í vexti um nokkuð langt skeið. Notkunin fór síðan að minnka aftur og var árið 1999 rúmlega 12.200 km á ári. Hér er miðað við alla bíla sem eru á skrá en í raun eru ætíð töluvert færri bílar í umferð þegar litið er til þess fjölda sem m.a. stendur á bílasölunum. Meðalakstur bíla í umferð er því eitt-hvað hærri en að framan greinir en það hefur ekki áhrif á þær losunartölur CO<sub>2</sub> sem kynntar eru hér á eftir, þar sem gengið er út frá heildarnotkun bíla á landinu en ekki bílafjölda. Á síðasta áratug fjölgaði bílum mikið, eins og áður hefur komið fram, og þar með jókst heildarnotkun bílaflotans. Árið 1990 er talið að aksturinn hafi verið um 1,5 milljarðar km en 1999 um 2,1 milljarðar km. Það er aukning um 36,6% á sama tíma og bílum fjölgaði um 27%. Sama þróun hefur orðið í heiminum öllum. Í OECD-ríkjunum hefur heildarnotkun bíla vaxið um 5-7% á hverju ári og nánast þrefaldast á síðustu 30 árum. Á sama tíma



Mynd 13. Spá um þróun fólksbifreiðaeignar á hverja 1000 íbúa til 2030.



Mynd 14. Heildarakstur á landinu frá 1990-1999.

hefur bílum fjölgað um 5% á ári að meðaltali í sömu löndum. Meðalakstur á hvern bíl hefur nokkuð staðið í stað og þó farið örlítið minnkandi, sem er sama þróun og hér hefur verið á síðustu árum. Aukin bílaeign og bílanotkun hefur alls staðar verið mun meiri en sem svarar til minnkunar CO<sub>2</sub>-losunar á hvern ekinn km með tilkomu betri bifreiða.

#### 5.1.4 Umferðarspá

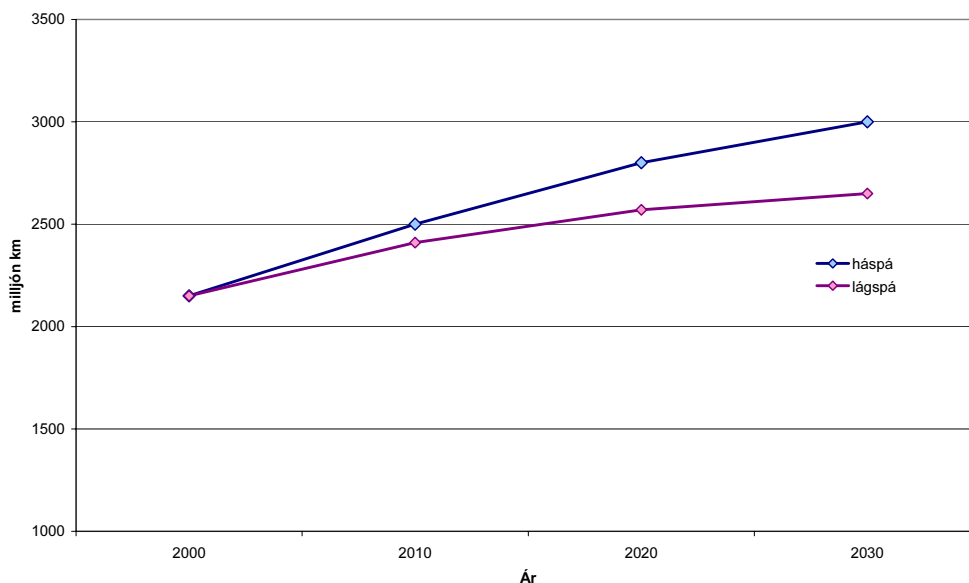
Vegagerðin hefur gert spá um þróun umferðar í þjóðvegakerfinu næstu 30 ár. Samkvæmt henni vex umferðin á vegum utan þéttbýlis úr um 860 milljónum ekinna km árið 2000 í 1,1 milljarð km árið 2030 eða um 25%.

Nýlega endurskoðað reiknilíkan sveitarfélaganna á höfuðborgarsvæðinu og Vegagerðarinnar hefur verið notað til að áætla akstur á höfuðborgarsvæðinu. Forsendur þess eru

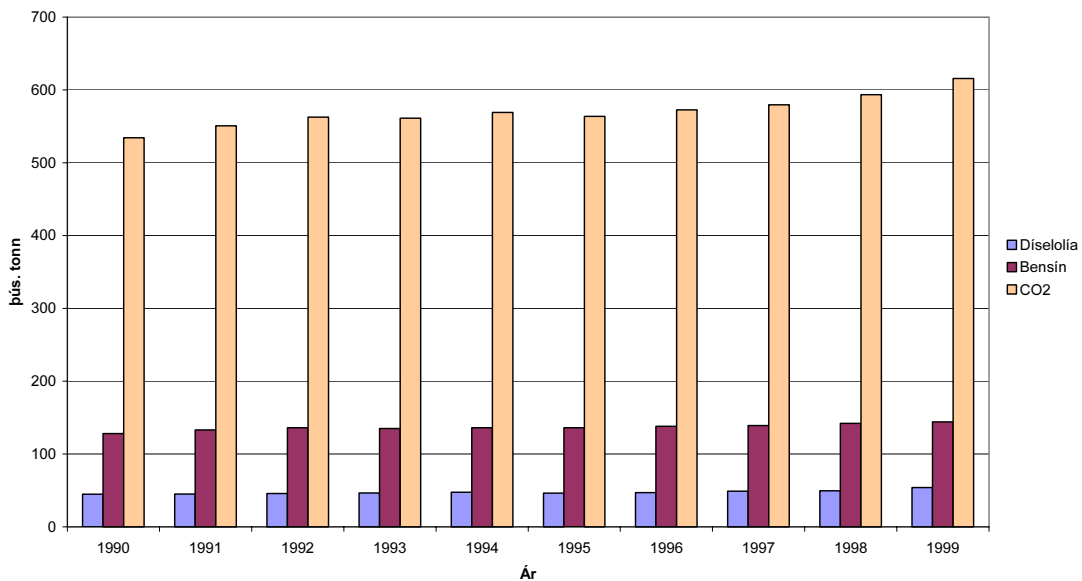
nýbirtar tillögur að svæðisskipulagi höfuðborgarsvæðisins. Samkvæmt áætluninni vex umferðin úr um 1,1 milljarði km árið 2000 í um 1,8 árið 2030 eða meira en 60 %.

Umferð í öðru þéttbýli er áætluð um 180 milljón km árið 2000 og miðað við íbúaspár er reiknað með að hún fari ívið minnkandi og verði um 160 milljón km árið 2030.

Heildarumferð samkvæmt framangreindum spám mun því vaxa úr ríflega 2,1 milljarði km árið 2000 í um 3 milljarða km árið 2030 eða um 43% eins og sýnt er á mynd 15. Þar af vex hlutur umferðar á höfuðborgarsvæðinu af heildarumferð á landinu úr rúmum 50% árið 2000 í 60% árið 2030. Á tímabilinu 2000-2010 er því spáð að umferð á landinu öllu vaxi úr 2,1 í um 2,5 milljarða km á ári. Þessi umferðarspá er nefnd „háspá“ á mynd 15 þar eð



Mynd 15. Umferðarspá til ársins 2030.



Mynd 16. Brennsla díselolíu og bensíns í bifreiðum og samsvarandi myndun CO<sub>2</sub>.

ýmislegt bendir til að umferðaraukningin næstu áratuginu verði minni en þetta. Þessar tölur tákna að miðað við að mettnun verði í fólksbílafjölda nálægt 600 bílum á hverja 1000 íbúa, sem er almenn viðmiðun t.d. í Evrópu, þá muni akstur á hvern bíl fara vaxandi. Það er hins vegar bæði í andstöðu við þróunina undanfarið hér og hjá öðrum OECD-ríkjum og við almennt viðhorf sömu ríkja um líklega þróun næstu áratugi. Því er hér einnig birt önnur umferðarspá, nefnd „lágspá“ á mynd 15, þar sem áætlaður bílafjöldi hvers árs miðað við framangreinda bílaspá (mynd 13) er margfaldaður með meðalakstri ársins 1999, þ.e. 12.200 km á ári. Akstri stærri bíla er síðan bætt við (heildarbílafjöldi er þá áætlaður 672 bílar á hverja 1000 íbúa). Í raun er þó ekkert sem segir að meðalaksturinn haldi ekki áfram að minnka hægt og sígandi, þannig að heildarumferðin verði enn minni en í „lágspánni“. Það sem helst gæti breytt þessari mynd er hugsanlega stóraukinn akstur bílaleigubíla ef fjöldi erlendra ferðamanna margfaldast.

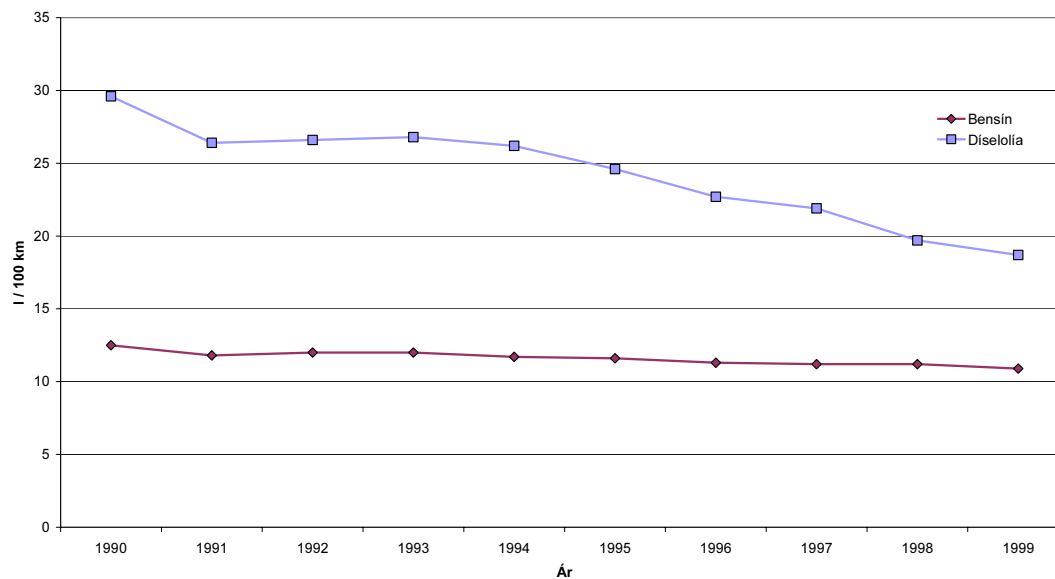
### 5.1.5 Losun CO<sub>2</sub> frá umferð 1990-1999

Áætlað er að við brennslu á 1 kg af bensíni myndist 3,07 kg af CO<sub>2</sub>, og við brennslu á 1 kg af gasolíu (díselolíu) myndist 3,18 kg af CO<sub>2</sub>. Fleiri lofttegundir sem teljast til gróðurhúsalofttegunda (GHL) losna við þessa brennslu, einkum köfnunarefnisoxíð (N<sub>2</sub>O) og metan (CH<sub>4</sub>), og eru þær oft túlkaðar sem CO<sub>2</sub>-ígildi. Þær voru aðeins 1-1,5% af þeirri GHL losun sem kom frá samgöngum 1990 en fara heldur vaxandi þar eð hlutfall N<sub>2</sub>O vex eftir því sem hvarfakútar verða algengari og með vaxandi fjölda díselbifreiða. Áætlað er að munurinn á losun CO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>-ígilda verði 4-5% árið 2010. Með hvarfakútum hefur hins vegar dregið mjög úr losun lofttegunda eins og NO<sub>x</sub>, CO, VOC

o.fl. Til einföldunar er aðeins fjallað um losun CO<sub>2</sub> hér á eftir.

Brennsla bensíns á hverju ári er vel þekkt en erfiðara er að meta gasolíu (díselolíu). Hún er einnig notuð á vinnuvélar, fiskibáta, skip o.fl. auk þess að vera notuð til húshitunar og því oft erfitt að meta hversu mikið fer til brennslu í bifreiðum. Hér er reiknað með að öll olía frá söludælum, og ákveðinn hluti olíu sem afgreiddur er af olíubílum (20%), fari á bifreiðar. Í því er fólgin ákveðin óvissa en þróunin ætti að vera þökkalega sambærileg frá ári til árs með því að nota alltaf sömu aðferðina. Það ber að leggja sérstaka áherslu á þetta atriði þar eð Hollustuvernd og etv. fleiri aðilar telja alla gasolíu sem afgreidd er frá olíubílum fara til samgangna og munar þar t.d. um 95 þúsund tonnum af CO<sub>2</sub> árið 1990. Stærsti hlutinn fer hins vegar á vinnutæki af ýmsum toga sem ekki ferðast á vegakerfinu og það myndi skekkja verulega alla útreikninga og spár um framtíðina að telja þá notkun til bifreiðaksturs og þar með samgangna. Mynd 16 sýnir bensín- og gasolíusölu til bifreiða miðað við framangreindar forsendur á árunum 1990-1999. Unnt er að taka þessar tölur beint, og margfalda með viðeigandi hlutfalli fyrir myndun á CO<sub>2</sub> við brennslu, til að fá árlega losun á CO<sub>2</sub> frá umferðinni. Hún er einnig sýnd á mynd 16 fyrir sama tímabil. U.þ.b. 85% af losuninni kemur frá fólksbílum og jepnum, það er bílum sem eru undir 4 tonn að þyngd, og 15% frá þyngri bílum.

Unnt er að fullyrða að meira en helmingur af þessari losun verður á höfuðborgarsvæðinu. Þar er um helmingur af öllum akstri á landinu og auk þess mun meira um styttri ferðir og kaldar bílvélar, sem eykur eldsneytiseyðslu og þar með útblástur. Hvarfakútar virka einnig lítið meðan þeir eru kaldir. Ætla má að þessi viðbótarlosun á höfuð-



Mynd 17. Meðaleyðsla bensín- og dísilbíla frá 1990-1999.

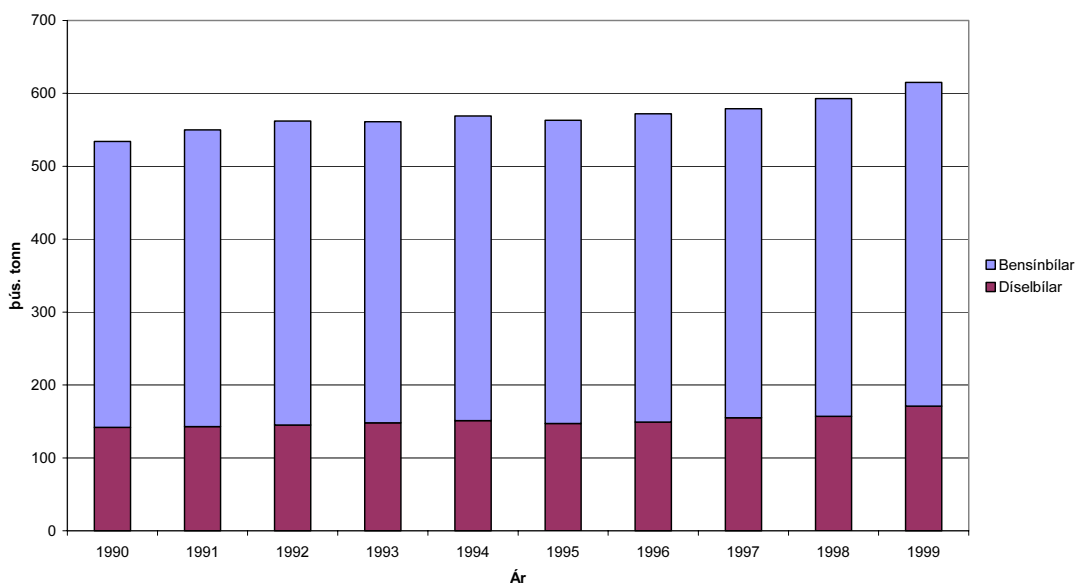
borgarsvæðinu vegi upp losun frá innanlandsflugi og strandsiglingum þannig að heildarlosun frá öllum samgöngum skiptist nokkuð jafnt milli höfuðborgarsvæðis og landsbyggðar.

Hér er reiknað með að árlegur akstur hvers dísilbíls sé 10-15% meiri en bensínbíla að meðaltali til að samræmi sé við eldri úreikninga um þá skiptingu. Nokkuð víst er þó að munurinn er töluvert meiri í dag. Þar eð bílafjöldi í hvorum flokki er þekktur, ásamt heildarakstri á landinu, er unnt að finna áætlaða meðaleyðslu bensín- og dísilbíla á hvern ekinn km. Hún er sýnd á mynd 17. Samkvæmt henni hefur eyðsla bensínbíla minnkað úr 12,5 í 10,8 lítra á 100 km (0,094 í 0,082 kg/km) á árabílinu 1990-1999 eða um 1,4% á ári að meðaltali. Eyðsla dísilbíla hefur á sama tíma minnkað úr 29,6 í 18,7 lítra á 100 km

(0,250 í 0,158 kg/km) eða um 3,7% á ári. Auk betri bílvéla kemur þarna til mikil fjölgun á minni dísilbílum, einkum jeppum.

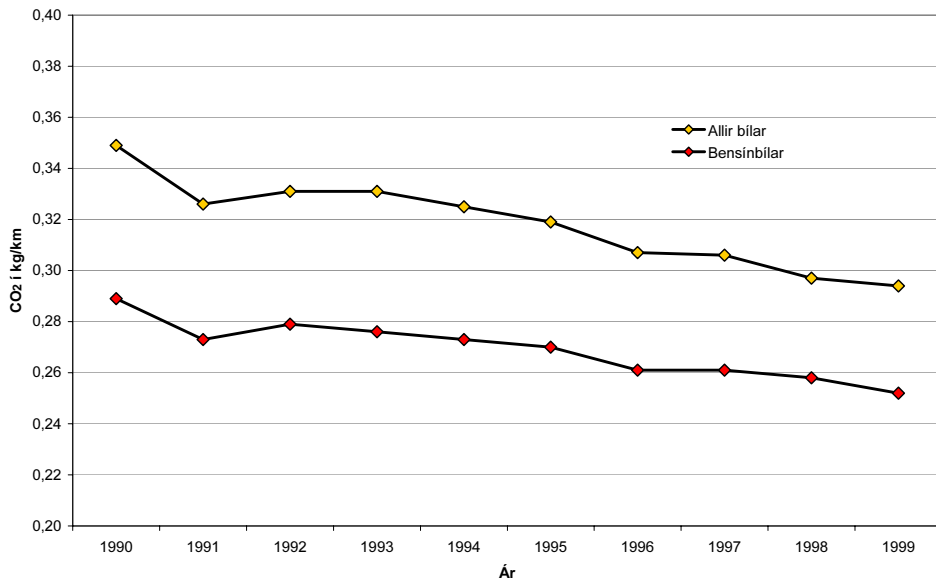
Tölurnar úr mynd 17 má nota til að finna losun CO<sub>2</sub> á hvern ekinn km fyrir bensín og dísilbíla. Með því að margfalda þær tölur með akstri hvers árs má síðan finna heildarlosun CO<sub>2</sub> í tonnum (mynd 18). Samkvæmt því hefur losun aukist úr rúmum 534 þús. tonnum í tæplega 616 þús. tonn eða rúm 15% á árabílinu 1990-1999, þ.e. um 1,5% á ári.

Mikilvægt er að hafa í huga hversu mikið notkun bíla hefur aukist á sama tíma eða um 36,6%, sem sýnir að losun á hvern ekinn km hefur farið minnkandi. Mynd 19 sýnir þá þróun þar sem losun CO<sub>2</sub> var 0,35 kg/km árið 1990 en er 0,29 kg/km árið 1999. Það er 16% minnkun



Mynd 18. Heildarlosun CO<sub>2</sub> frá dísil- og bensínbífreiðum.





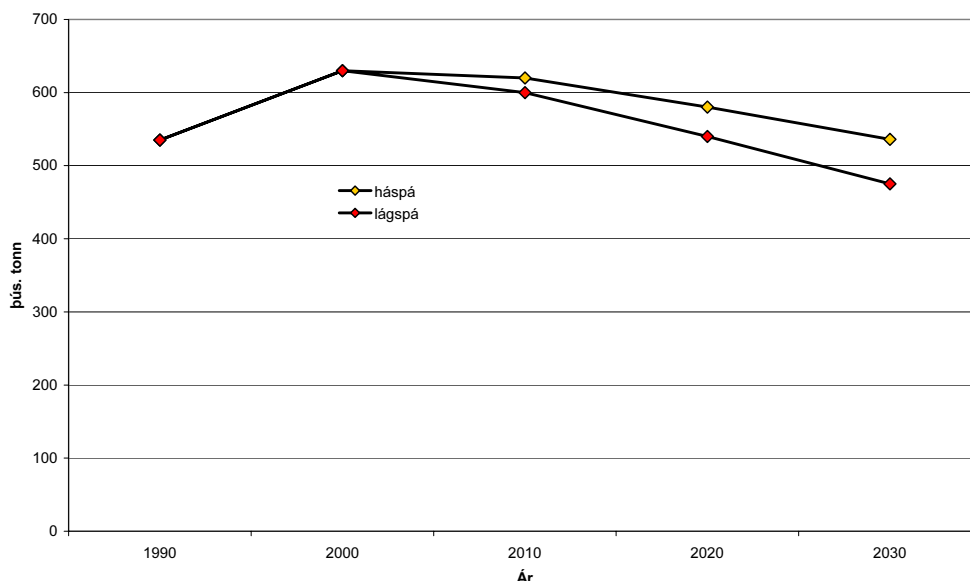
Mynd 19. Losun CO<sub>2</sub> á akstursvegaleið (kg/km).

eða 1,6% á ári að jafnaði. Á sömu mynd er einnig sýnd þróunin fyrir bensínbíla sérstaklega þar sem losun CO<sub>2</sub> pr. ekinn km hefur minnkað um 1,3% á ári að jafnaði á þessum 10 árum.

### 5.1.6 Þróun losunar CO<sub>2</sub> frá umferð næstu áratugi

Þrátt fyrir að orkunotkun á hvern ekinn km yrði í framtíðinni svipuð og hún er nú myndi heildarlosun CO<sub>2</sub> frá umferðinni vaxa hratt á Íslandi vegna aukinnar heildarumferðar. Það myndi þýða miðað við framangreindar umferðarspár að heildarlosun myndi vaxa 2000-2010 um u.þ.b. 15% og 2000-2030 um 25-35%. Ein meginlausnin til að draga úr orkunotkun og útblæstri hlýtur að vera enn frekari þróun véla í farartækjum þannig að eldsneytisnotkun minnki hraðar en vöxtur í umferð og/eða að nýir orkugjafar komi til sögunnar.

Ef losun CO<sub>2</sub> á hvern ekinn km heldur áfram að minnka um nálægt 1,6% á ári að meðaltali, eins og reyndin hefur verið síðasta áratug mest vegna tækniþróunar í bílaiðnaði og betra vegakerfis á landinu, verður hún komin í tæp 250 gr/km árið 2010 og heildarlosun frá akstri þá 600-620 þús. tonn, eftir því hvaða umferðarspá er miðað við (**mynd 20**). Allt bendir til að þetta sé raunhæf viðmiðun, þar eð samningar við bílaframleiðendur í Evrópu og Asíu og almenn skoðun bílasérfræðinga gefa til kynna að eldsneytiseyðsla nýrra bifreiða verði orðin a.m.k. 25% minni árið 2008 en hún var 1995. Það þýðir að meðallosun CO<sub>2</sub> frá nýjum bílum, sem seldir verða í ESB-löndum árið 2008, má ekki vera meiri en 140 gr/km. Meðalminnkun orkunotkunar bílaflotans hér á landi, um 16% á hvern ekinn km á sama tíma, ætti því að geta staðist og enn frekar ef áttak verður gert í að auka innflutning sparneytinna bifreiða.



Mynd 20 - Áætluð losun CO<sub>2</sub> frá umferð miðað við óbreytta þróun.



Þessi niðurstaða bendir til að CO<sub>2</sub>-losun frá umferð á vegum 2008-2012 verði svipuð og árið 1999 þrátt fyrir töluvert meiri akstur. Þetta er um 15% aukning frá árinu 1990. Áréttað skal að hér er ekki reiknað með að nýir orkugjafar, svo sem vetni, komi til á tímabilinu. Það er því ljóst að grípa verður til einhverra aðgerða til að draga úr þessari losun ef lítið er til Kyotobókunarinnar og bifreiða-umferð tekin sérstaklega. Þessi munur er þó ekki meiri en svo að varla er hægt að segja að stefni í óefni. Bráða-birgðatölur um sölu eldsneytis árið 2000 sýna að aukningin er mjög lítil frá 1999 þannig að **mynd 20**, sem sýnir að vendipunktur virðist nú vera í þróun losunar CO<sub>2</sub> frá umferðinni, er raunhæf.

Ef lítið er lengra fram á veginn og áfram miðað við að losun á hvern ekinn km minnki að meðaltali um 1,6% á ári, verður heildarlosun frá umferðinni árið 2020 komin niður í 540-580 þús. tonn, eftir því hvora umferðarsþána er miðað við. Árið 2030 verður heildarlosunin 470-530 þús. tonn miðað við sömu forsendur. Þetta kann að koma mörgum á óvart en hliðstæður finnast þó í öðrum löndum, t.d. Finnlandi. Hér skiptir auðvitað miklu máli hvar þjóðir eru staddar m.v. mettunarpunkt, fjölda bíla á hverja 1000 íbúa, flug o.fl.

### 5.1.7 Aðferðir til að hafa áhrif á losun frá bílaumferð

Í flestum ríkjum heims er búist við töluverðri umferðar-aukningu í framtíðinni. Jafnvel í hugmyndum OECD-ríkja um sjálfbærar samgöngur er miðað við um 25% aukningu til 2030. Hins vegar er reiknað með 80% aukningu á sama tímabili ef engar sérstakar ráðstafanir verða gerðar. En þótt umferðin aukist er stefnt að því að vaxandi hluti hennar hafi minni umhverfisáhrif þegar til lengri tíma er lítið. Reiknað er með að ná þeim markmiðum með samverkandi aðgerðum þar sem tæknilegir þættir (bílar, eldsneyti og samgöngukerfi) vega upp undir 50%, minnkun á ferðabörf vegna nýrra samskiptamáta, breytinga á skipulagi o.fl. um 25% og fjölgun minni fólks- og vöruflytninga-bíla á kostnað þeirra stærri, aukin nýting flutningarýmis, aukin notkun annarra samgöngumáta (einkum sporbundin umferð) o.fl. um 25%. Lögð er áhersla á að nýta þurfi raforku sem framleidd er með endurnýjanlegum orkugjöfum mun meira í samgöngum en nú er. Síðar í skýrslunni verður gerð nánari grein fyrir þeim aðgerðum sem taldar eru vænlegastar til árangurs við að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda frá umferð.

## 5.2 Flugumferð

Árið 1990, sem er viðmiðunarár Kyotosamkomulagsins, nam losun CO<sub>2</sub> frá flugvélum einungis um 5% af heildarlosun innanlandssamgangna og um 2% af heildarlosun

gróðurhúsalofttegunda frá brennslu jarðefnaeldsneytis. Losun frá innanlandsflugi er því einungis lítil hluti af heildarlosun hér á landi. Þó ber að hafa það í huga að áhrif losunar í hærri loftlög hefur meiri áhrif en losun á jörðu niðri. Þetta á þó mest við um NO<sub>x</sub> en það hefur áhrif til þynningar ozon lagsins.

Losun gróðurhúsalofttegunda frá innanlandsflugi hefur minnkað mikið sé miðað við hvern floginn farþegakílómetra vegna tækniframfara í flugi. Heildarlosun frá innanlandsflugi hefur því aukist óverulega. Þar sem stærstur hluti flugvélaflotans í innanlandsflugi er tiltölulega nýr hefur losun einnig aukist minna. Gera má hins vegar ráð fyrir aukinni losun gróðurhúsalofttegunda á næstu árum vegna meiri farþegaflutninga. Í skýrslu British Aerospace Systems, sem unnin var fyrir Flugmálastjórn vegna endurnýjunar Reykjavíkurlugvallar, er gert ráð fyrir að farþega-fjöldi í flugi muni aukast um 5% á ári fram til ársins 2020. Gera má ráð fyrir að notkun eldsneytis til innanlandsflugs aukist með sama hætti og verði að óbreyttu 80-90 þúsund tonn árið 2020. Hér er ekki tekið tillit til tækniframfara. Mjög erfitt er að spá fyrir um þetta þar sem óljóst er hvernig samkeppni bíla- og flugumferðar kemur til með að þróast, ekki síst ef miðstöð innanlandsflugs verður flutt frá Reykjavík. Á fyrstu mánuðum ársins 2001 er reyndar verulegur samdráttur í innanlandsflugi (16,8%). Samkvæmt spá orkusparnefndar er þó gert ráð fyrir að losun gróðurhúsalofttegunda af völdum bílumerðar valdi mestu af aukningu næstu ára en aðrar innanlands-samgöngur skipti mun minna máli. Ef þörf er talin á að losun gróðurhúsalofttegunda frá flugi aukist ekki, eða jafnvel dragist saman, verður líklega að grípa til aðgerða.

## 5.3 Siglingar

Í samanburði við flutninga á vegum eru flutningar á sjó taldir vænlegri kostur með tilliti til losunar gróðurhúsalofttegunda. Hér skiptir þó nýtingin mestu máli. Eðli skipaflutninga veldur því að miklu magni er safnað saman til flutninga í stórum flutningaeiningum. Þetta er einnig helsti veikleiki sjóflutninga því þeir eru mun seinvirkari en flutningar á vegum.

Árið 1990 komu um 7% losunar gróðurhúsalofttegunda frá innanlandssamgöngum frá strandsiglingum. Miðað við heildarlosun af völdum brennslu jarðefnaeldsneytis var hér um tæplega 3% að ræða. Í dag hefur mjög dregið úr losun frá þessum flutningum þar sem nú sinnir einungis eitt skip strandsiglingum og annað olúflutningum við Ísland en flutningar sem áður voru á sjó hafa færst yfir á vegi. Fátt bendir til þess að þetta breytist á næstunni við óbreytt kostnaðarhlutföll. Ýmsir hafa haldið því fram að minnka mætti verulega útstreymi CO<sub>2</sub> með því að snúa þessari þróun við. Það kann að vera rétt og er ástæða til

að fjalla um það sérstaklega en umfang þessarar skýrslu leyfir það ekki. Losun gróðurhúsalofttegunda frá íslenskum skipum verður að langmestu leyti rakín til fiskiskípa. Umfjöllun um fiskiskíp í þessu sambandi fellur undir verk-svið sjávarútvegsráðuneytisins og því verður ekki um þau fjallað meira hér.

## 6 Tæknipróun í bifreiðaiðnaði

### 6.1 Inngangur

Stór þáttur í baráttunni við að minnka eldsneytiseyðslu bíla er setning laga og reglugerða sem skylda bílaframleiðendur til þess að ná ákveðnum árangri. Einnig er reynt að hafa áhrif á hugarfar bílakaupenda og ökumanna þar sem stór hluti eldsneytiseyðslunnar er háður bifreiðavali, aksturslagi og notkun bifreiðanna. Aðaláhrifavaldar eldsneytiseyðslu bíla eru eigin þyngd, eldsneytisnýting hreyfilsins, loftmótstaða bílsins og hröðun (aksturslag).

### 6.2 Fortíðin

Upp úr 1970, þegar olíukreppan skall á, fóru þjóðir heimsins að velta því fyrir sér hvaða leiðir væru færar til þess að draga úr eldsneytisnotkun vegna hækkandi verðs á olíu og þeirri staðreynd að olíulindir gengju til þurrðar. Einnig fóru menn um svipað leyti að átta sig á þeirri mengun sem útblástur bílvéla veldur og var í fyrstu aðal-ega lítið á eitruðu efnin: kolsýring CO, kolvetni CH, nituroxíð NO og blý sem þá var notað í töluverðu magni til íblöndunar í bensín.

Hafist var handa við að þróa búnað til þess að taka á þessum vanda. Búnaðurinn var nokkuð umdeildur þar sem hann leiddi jafnan til um 10% aukningar á eldsneytisnotkun framan af.

Eftir að umræðan um gróðurhúsalofttegundir fór af stað, og ljóst varð að koltvísýringur CO<sub>2</sub> var eitt aðalvanda-málið, hefur orðið mikil þróun í bílhreyflum og bílum hvað

varðar eldsneytissparnað og minni mengun af hættulegum efnum.

Helstu breytingar sem gerðar hafa verið eru á eldsneyt- is- og brunastjórnun hreyfilsins. Nú er notaður háþróaður tölvubúnaður til stjórnunar á hreyflunum og á drifbúnaði og stjórnun bíla þar sem tölvubúnaður aðstoðar við akstur- inn. Loks má nefna hönnun yfirbygginga með nýjum efn- um og aðferðum til að auka styrk, draga úr þunga og minnka loftmótstöðu.

Einnig hófst þróun bíla sem nota aðra orkugjafa en jarðefnaeldsneyti svo sem rafmagn, gas, alkohól og vetni eða nota mismunandi orkugjafa saman svo sem bensín og rafmagn.

Ef lítið er á árangur með þróun hreyfla (bensín og dísil), með tilliti til eldsneytiseyðslu frá 1981 til 2000, kemur í ljós að nýtingin í lok tímabilsins er 25%-30% betri en í upphafi þess. Hins vegar er athyglisvert að þessi árangur hefur ekki nýst sem skyldi heldur hafa verið fram- leiddir þyngri og aflmeiri bílar og þannig hefur eldsneyt- iseyðsla ekki minnkað eins og hægt hefði verið í ljósi spar- neytnari hreyfla (skýrsla Environmental Protection Agency, USA). Ljóst er að eldsneytiseyðsla japanskra og evrópskra bíla hefur minnkað þar sem framleiðendur í þessum heimshlutum hafa fylgt annarri stefnu en bandarískir framleiðendur.

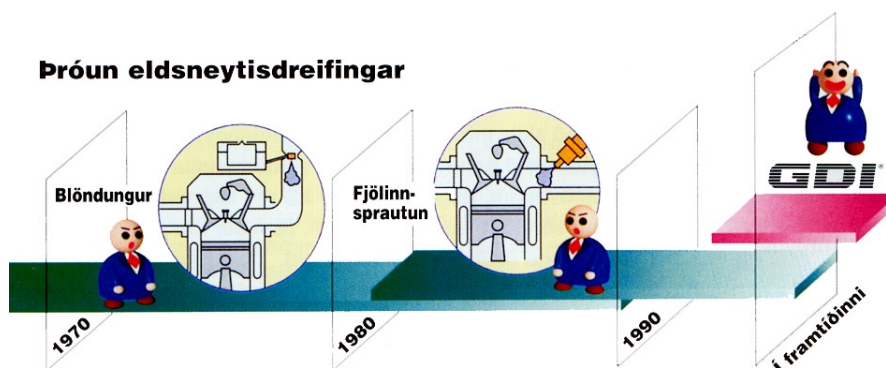
### 6.3 Þróun næstu ára

Eins og fram hefur komið hefur náðst verulegur árangur í þróun hreyfla og annarra þátta sem áhrif hafa á eldsneyt- iseyðslu bíla.

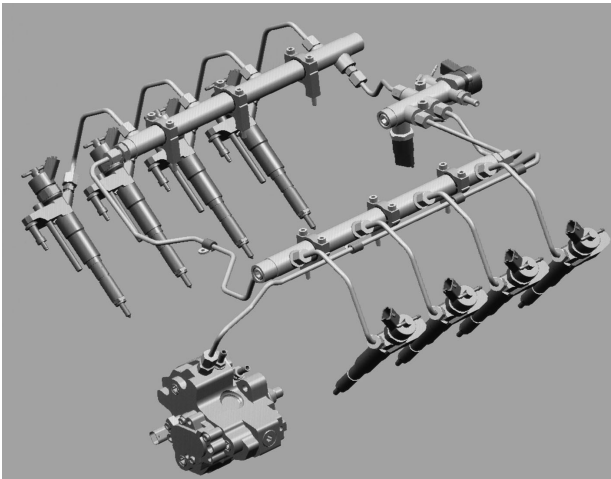
#### 6.3.1 Bensínhreyfilinn

Nýjustu breytingar bensínhreyfilsins er notkun fjölventla þar sem fjórir eða fleiri ventlar eru fyrir hvern strokk og ventlar eru opnaðir með aðstoð tölvu.

Hannað hefur verið nýtt kerfi sem sprautar eldsneytinu beint inn í strokk hreyfilsins en það gefur möguleika á notkun verulega þynnri blöndu. Þessar breytingar hafa leitt til allt að 40% eldsneytissparnaðar við bestu skilyrði



Mynd 21. Nýtt eldsneytiskerfi og þróun þess.



Mynd 22. Samrásarinnspautun eldsneytiskerfis fyrir dísilvélar.

og að meðaltali 15% sparnaðar. Aflið hefur aukist um 10%.

Þessir hreyflar eru komnir á markaðinn og talið er að eftir fimm ár verði þessi tækni notuð í allt að 50% bíla með bensínhreyflum. Búnaðurinn sem er skýrður með á mynd 21 hér að framan er enn í þróun.

### 6.3.2 Díselhreyfillinn

Díselhreyflar hafa tekið stórstíggum framförum síðastliðin tíu ár. Aflið hefur aukist um 90% og  $\text{NO}_x$  og sótmengun hefur minnkað um 85%.

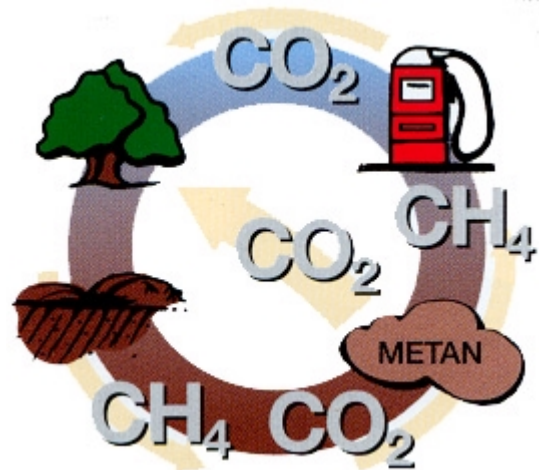
Vegna eðlis dísilhreyfilsins, þar sem þjöppunarhlutfall hans er mjög hátt eða allt að 21:1, nýtir hann eldsneytið mun betur en bensínhreyfill en hefur haft þann ókost að vera hávær, aflminni og hafa meiri  $\text{NO}_x$  og sótmengun.

Með tilkomu nýrrar eldsneytisstjórnunar hafa orðið verulegar breytingar og hefur náðst umtalsverður árangur í aflaukningu og minnkun mengunar og hávaða. Þessi nýja eldsneytisstjórnun er fólgin í því að sprauta eldsneytinu beint inn í strokk hreyfilsins með miklum þrýstingi og nákvæmni og háþróaður tölvubúnaður er notaður til stjórnunar.

Þessir hreyflar eru komnir á markað og er svipuð aðferð notuð bæði í hreyflum einkabíla og vörubíla/vinnutækja. Þróun þessara hreyfla hefur leitt til þess að líklegt er að töluverð aukning verði á notkun dísilhreyfla í einkabílum í náinni framtíð. Einnig er ljóst að þessi tækni verður notuð í flestum dísilhreyflum innan fárra ára. Nú eru komnir á markað smábílar með dísilhreyflum sem skila aðeins 90g/km  $\text{CO}_2$  mengun og eyða 3,0 lítrum á 100 km.

### 6.3.3 Fjölorkuhreyflar

Fjölorkuhreyflar eru eins og nafnið bendir til hreyflar sem geta notað fleiri en eina tegund eldsneytis. Algengast er



Mynd 23. Náttúruleg hringrás efna þegar hauggas er hreinsað og metan, sem þá verður til, er notað sem eldsneyti.

að notað sé jarðgas eða metan ásamt bensíni. Einnig er hægt að nota gasið eingöngu.

Hreyflar sem brenna gasi eru ekki frábrugðnir hefðbundnum brunahreyflum að öðru leyti en því að eldsneytiskerfi þeirra er annað en þegar um bensínhreyfla er að ræða. Hins vegar þarf að breyta hreyflinum ef dísilhreyfill á í hlut.

Kostirnir við að brenna gasi (metani á Íslandi) eru þeir að það er mun hreinna en bensín/dísilolía og inniheldur ekki brennistein. Bruninn verður því mun hreinni en þegar hefðbundið eldsneyti er notað.  $\text{CO}_2$  mengun mun vera um 20% minni. Einnig er  $\text{CO}$  mengun 74%-90% minni,  $\text{NO}_x$  mengun 36%-60% minni og sót 60%-80% minna. Þar sem bruninn er svo mikið hreinni er þörf fyrir viðhald hreyfilsins minna og endast bæði smurólía og kerti betur auk þess sem minna sót sest á ýmsa hluta hreyfilsins.

Aðrir kostir við notkun gassins eru að það myndast við rotnun úrgangs og notkun þess sem eldsneytis fyrir bíla leysir förgunarvandamál hauggassins og minnkar notkun jarðefnaeldsneytis (mynd 23).

Litið er í æ ríkari mæli til metans sem eldsneytis fyrir bíla þó sérstaklega fyrir þá sem starfrækja margar bifreiðar eins og fyrirtæki í almenningsgöngum, sorphirðu, póstdreifingu og önnur svipuð fyrirtæki.

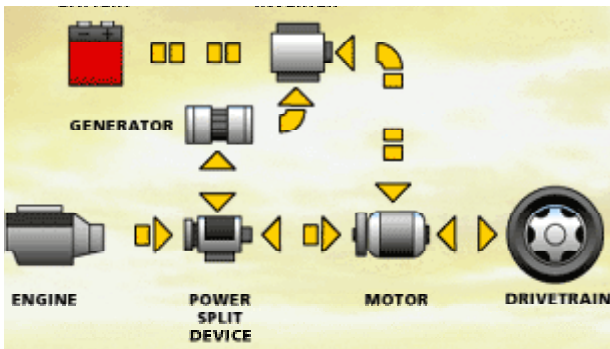
### 6.3.4 Rafbílar

Rafbílar (mynd 24) hafa verið þróaðir í nokkurn tíma og fer stöðugt fram. Þeir eru víða notaðir á ákveðnum svæðum af þeim sem starfrækja margar bifreiðar en hafa ekki náð útbreiðslu til einkanota.

Helstu vandamál rafbíla eru að þeir eru ekki samkeppnishæfir við hefðbundna bíla þar sem þeir hafa ekki sömu langdrægni á hverri hleðslu, eru þyngri, aflminni og dýrari. Mun lengur er verið að hlaða rafgeyma og



Mynd 24 - Einn af fjölmörgum rafbílum sem í boði eru



Mynd 25. Brunahreyfill notaður til rafmagnsframleiðslu sem síðan er notuð til að knýja bílinn. Við vissar aðstæður er afl hreyfilsins einnig notað til að knýja bílinn beint.

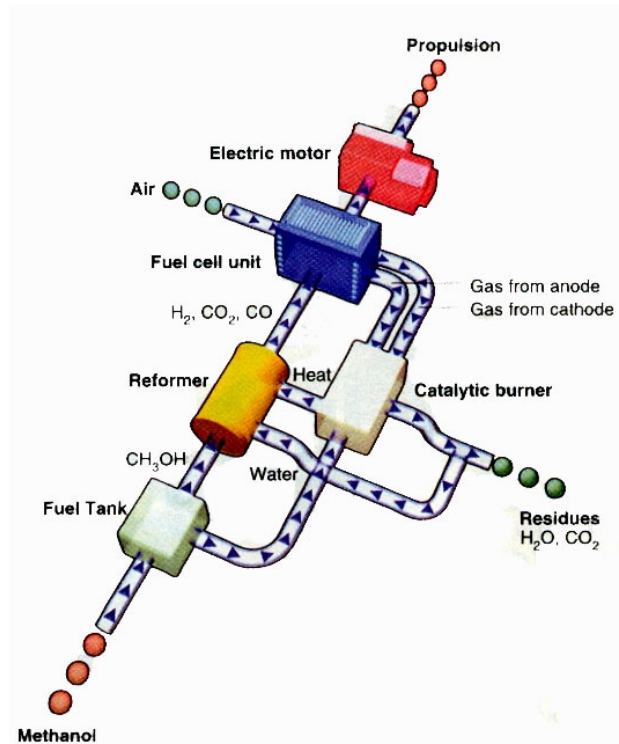
orkusölustöðvar eru ekki fyrir hendi. Einnig vakna spurningar um sjálft raforkuverðið.

Mikil þróunarvinna er í gangi hvað varðar rafgeyma og náðst hefur verulegur árangur í þeim efnum svo að ekki er ólíklegt að rafbílur verði raunhæfur kostur til almenningsnota innan fárra ára.

### 6.3.5 Blendingsbílar („Hybrid cars“)

Blendingsbílar eru tegundir bíla þar sem brunahreyflar og rafmótorar eru notaðir saman. Búnaðurinn er misjafn eftir framleiðendum en byggir á því að notaður er brunahreyfill, bensín eða dísil, til þess að framleiða rafmagn sem síðan er notað til að knýja rafmótora fyrir bílinn. Teknir hafa verið í notkun nokkrir slíkir bílar. Vegagerðin er m.a. að gera tilraun með slíkan bíl í samstarfi við erlendan bílaframleiðanda. Undir vissum kringumstæðum eru báðir mótórnir (brunahreyfillinn og rafmótórnir) notaðir samtímis til að knýja aflrásina (**mynd 25**).

Með þessu fyrirkomulagi er hægt að nota hreyfla sem hannaðir eru með hámarksnýtingu eldsneytis í huga og einnig fer hluti af hemlun bílsins fram með því að breyta rafmótorum bílsins í rafala sem hlaða rafgeyma og endurnýta þannig þá hreyfiorku sem bundin er í bílnum.



Mynd 26. Brensluferill við bruna í efnarafala (Fuel Cell).

Blendingsbílar eru komnir á markaðinn í dag en í litlu magni enn sem komið er. Með þeim hefur tekist að ná CO<sub>2</sub> niður í um 114 g/km og 3,8 l/km eyðslu. Þessir bílar eru enn í þróun en verða örugglega meðal þeirra bíla sem verða í boði í náinni framtíð.

### 6.3.6 Efnarafali, „Fuel Cell“/vetnisbílar

Vetni er einn hreinasti orkugjafinn sem hægt er að nota fyrir bíla. Það er bæði hægt að nota á hefðbundna brunahreyfla og svo kallaðar eldsneytissellur - FC.

Kostir vetnis eru þeir að við bruna myndar það vatn og einnig er auðvelt að framleiða vetni. Aðalókostir vetnisins eru að það er mjög eldfimt, erfitt að geyma það í bílnum og útbúa dreifingarstöðvar. Einnig vakna spurningar um verð.

Miklar rannsóknir hafa verið gerðar á notkun vetnis sem orkugjafa fyrir bíla og nú er mikil þróunarvinna í gangi hjá öllum stærstu bílaframleiðendum og öðrum fyrirtækjum varðandi notkun eldsneytissella sem raforkuframleiðanda í rafmagnsbílum.

Eldsneytissellan notar vetni og súrefni til að framleiða rafmagn (**mynd 26**) og lofar nýting sellunnar mjög góðu.

Þar sem vetni er erfitt í geymslu og dreifingu hefur sú leið verið farin til að byrja með að nota metanól sem eldsneyti fyrir eldsneytissellur og þá er vetnið bundið í kolefni í fljótandi formi. Ekki þarf að gera nema minniháttar breytingar á núverandi bensínstöðvum til að hægt sé að nota þær til dreifingar fyrir metanól. Þó að notkun metanóls fylgi sá ókostur að til verður CO<sub>2</sub> er það aðeins um



50% af því magni sem myndast í hefðbundnum brunahreyflum og myndun CO og NO<sub>x</sub> er engin þar sem eldsneytinu er ekki lengur brennt.

Einnig er verið að gera tilraunir með að nota eldsneytissellur sem aukarafstöðvar í bílum og auka þannig verulega eldsneytisnýtingu brunahreyflanna.

Þegar litið er til næstu framtíðar, 20-30 ár, er ljóst að allir framantaldir kostir verða notaðir og að þróun þeirra heldur áfram. Líklegt er að eldsneytissellan nái verulegri útbreiðslu. Talið er að þegar framleiðsla eldsneytissellunnar nær um það bil 250.000-300.000 eintökum á ári verði hún ódýrari en hefðbundnir brunahreyflar í framleiðslu. Einnig verður gert enn frekara átak í því að gera bíla eyðslugrenni með því að gera þá léttari og að orkutap í drifbúnaði verði minna. Ekki er óvarlegt að ætla að ávinningur af þessari vinnu leiði til allt að 25% eldsneytissparnaðar.

## 6.4 Viðhald bifreiða

Forsendur þess að bílvélar mengi sem minnst eru að allur stjórnþúnaður vélarinnar vinni eðlilega og að reglubundið viðhald sé framkvæmt á réttum tíma. Í öllum bílum sem framleiddir eru í dag er eftirlitsþúnaður sem fylgist með virkni allra hluta sem hafa áhrif á mengun vélarinnar og lætur þúnaðurinn ökumanninn vita með viðvörðun í mælaborði ef eitthvað fer úrskaiðis. Þróun eftirlitsþúnaðarinnar er í fullum gangi og er nú verið að prófa þúnað sem lætur þjónustuverkstæði og/eða eftirlitsaðila, t.d. lögreglu, vita ef bilun á sér stað í bílnum sem aukið getur útblástursmengun hans. Með þessum hætti er hægt að tryggja að gert sé við bilun eins fljótt og kostur er.

## 6.5 Litið til framtíðar

Það er afar erfitt að líta langt inn í framtíðina þar sem tækniþróun er mjög hröð og einnig skiptir miklu máli hvaða viðhorf almenningur og stjórnvöld hafa og hvort fólk er tilbúið að fórna einhverju (tíma og peningum) fyrir minni mengun.

Líklegt er að notkun eldsneytissella (FC) verði algeng og að vetni verði helsta eldsneytið fyrir hana. Ef sú verður raunin ætti það að geta leitt til mengunarlausra bíla á Íslandi þar sem vetni yrði að öllum líkindum framleitt með „hreinni“ raforku.

Það er álitlegur kostur fyrir okkur Íslendinga að líta til notkunar vetnis í framtíðinni þar sem stærsti hluti þjóðarinnar býr á tiltölulega litlu svæði og ætti því að vera hægt að setja upp viðunandi dreifikerfi fyrir vetni.

Það er einnig líklegt að þúnaður, sem auðveldar ökumanni að aka bíl og gerir hann að öruggari stjórnanda, verði afar fullkominn og slíkt dregur verulega úr hættu á óhöppum. Þetta gæti leitt til þess að hægt verði að hafa bíla mun léttari en nú er þar sem yfirbygging bíla verður

ekki eins áriðandi vörn fyrir ökumann og farþega og hún er í dag.

## 6.6 Hugsanlegar leiðir til úrbóta í næstu framtíð

Þegar kannað er hvaða þættir koma til greina við að draga úr eldsneytiseyðslu við núverandi aðstæður og í næstu framtíð þarf að hafa í huga að ef þungi bifreiðar, vindmótstaða og veltiviðnám er minnkað um 10% minnkar eldsneytiseyðslan um 6% vegna minni þunga, 3% vegna minni vindmótstöðu og um 2% vegna minna veltiviðnáms.

Þar sem þróun bíla er hröð, og komnir eru á markað mjög sparneytnir bílar, er spurning hvort rétt sé að gefa út kynningarbakling um orkunotkun mismunandi tegunda bíla til að aðstoða fólk við val á bílum.

Mikilvægt er að hafa í huga aldur stærri bíla og fólks- og vöruflutningabíla. Verulegar ávinningar hefur náðst í mengunarförnum nýrra bíla, sem framleiddir eru eftir ströngustu kröfum um mengun, og einnig er drifbúnaður þeirra (girkassi) með þeim hætti að leitast er við að stilla saman afl vélar við álag bílsins á sjálfvirkan hátt og ná þannig hagkvæmasta akstri. Einnig er loftmótstaða þeirra minni en eldri bíla. Mikilvægt er að ökumenn hafi einhvern ávinning af því að nýta eldsneytið sem best.

Þar sem þungi bíla hefur veruleg áhrif á eldsneytiseyðslu þeirra er mikilvægt að bílar séu sem léttastir og ekki sé verið að hlaða bíla að óþörfu. Spurning er hvort gera eigi ráðstafanir til þess að fólk beini augum sínum að kaupum á léttari bílum a.m.k. ef einkum á að nota bílinn í þéttbýli.

Aksturslag og hönnun umferðarmannvirkja m.t.t. þess hefur veruleg áhrif á eldsneytiseyðslu bíla. Með því að auka og minnka hraða bíla í sífellu er verið að eyða mikilli orku til einskis. Í bílnum er bundin mikil orka þegar hann er á ferð og í hvert skipti sem minnka þarf hraða hans fer hún forgörðum. Af þessum sökum er aksturslag og hönnun umferðarmannvirkja afar mikilvægt. Hraðakstur skiptir einnig miklu máli, og má ætla að ef hraði er aukinn úr 90 km/klst í 110 km/klst aukist eldsneytiseyðslan um 10%.

Þegar bíll er kaldur er eldsneytiseyðsla hans mun meiri en þegar hann hefur náð fullum hita. Af þessum sökum er mjög óhagstætt að aka stuttar vegalengdir og því er athugiandi hvort hægt sé að bæta almenningssamgöngur svo að þær verði aðlaðandi kostur en þannig má væntanlega draga úr notkun bíla í þéttbýli.

Eins og skattlagningu á bíla (dísilbíla) er nú háttað er enginn ávinningur af að nota minni gerðir sparneytinna dísilbíla. Til að fá ökumenn til að hugsa um eldsneytisnotkun er mikilvægt að skattlagning á þessu sviði sé að mestu á eldsneytið til að verulegur ávinningur sé af notkun sparneytinna bíla.

## 6.7 Niðurstaða

Það er ljóst að með þróun undanfarinna ára hefur náðst verulegur árangur hvað varðar eldsneytiseyðslu bíla. Á næstu 10-15 árum mun sá árangur aukast enn meira eða sennilega um 25%-30%.

Nýir orkugjafar eru í sjónmáli og munu taka við þegar til lengri tíma er litið. Brunahreyfillinn mun víkja fyrir nýjum gerðum eins og eldsneytissellunni. Hins vegar er ljóst að til að nýta nýja orkugjafa, svo sem vetni, er nauðsynlegt að fylgjast vel með þróun í framleiðslu, geymslu og dreifingu vetnisins.

Orkuverð, bílverð, og skattlagning orku og bíla skiptir einnig miklu máli, og þarf að gera þá kosti sem minni mengun hlýst af aðlaðandi þannig að neytendur sjái sér hag í nýjum möguleikum sem í boði verða.

# 7 Leiðir til að draga úr losun frá umferð

Þegar stjórnvöld vilja setja fram stefnu um aðgerðir til að draga úr losun CO<sub>2</sub> frá samgöngum, og áætla áhrif þeirra aðgerða, er nauðsynlegt að

- mæla eða meta núverandi losun frá samgöngum.
- greina hvernig þessi losun er tilkomin.
- spá fyrir um hver losunin verður frá samgöngum miðað við óbreytta þróun („*Business as Usual*“ - *BAU*) og án sérstakra aðgerða af hálfu stjórnvalda.
- finna og skilgreina sértækar stjórnvaldsaðgerðir sem geta dregið úr losun umfram það sem gert er ráð fyrir miðað við óbreytta þróun (*BAU*).
- áætla hversu mikið aðgerðir draga úr losun í tonnum, bæði einstakar aðgerðir og fleiri aðgerðir sem gripið er til samtímis.
- meta hvort líklegt sé að einstakar aðgerðir nái fram að ganga, þ.á.m. pólitískt.

Mælingar á núverandi losun á Íslandi eru tiltölulega auðveldar, þar eð árlegur innflutningur orkugjafa í samgöngum (bensíns og gasolíu) er þekktur, og losun CO<sub>2</sub> er í beinu hlutfalli við brennslu eldsneytis. Þó er ákveðin óvissa tengd gasolíu, þar eð hún er einnig notuð á vinnuvélar, skip og báta og til hitunar. Ákvörðun hefur verið tekin um að halda eldsneyti í millilandasamgöngum með flugi og skipum utan við losunartölur einstakra ríkja.

Til að greina hvernig losunin er tilkomin, og marka stefnu um að hafa stjórn á henni, þarf m.a. að þekkja mikilvægi samgangna og einstakra greina þeirra fyrir sam-

félagið, bæði fyrir einkanot, vöru- og fólksflutninga og til almenningsnota. Þá þarf að þekkja aldursamsetningu bílaflotans, ekki síst þar eð mikilvirkustu úrbæturnar til lengri tíma tengjast nýjum bílum. Losun á ekinn km fyrir bíl af ákveðinni stærð hefur farið minnkandi, þannig að eldri bílar eyða meiru en þeir nýju en etv. eru þeir í staðinn minna keyrðir. Í Danmörku hefur verið sýnt fram á að árið 2000 komu um 50% af CO, HC, NO<sub>x</sub> og sötögnum og um 25% af CO<sub>2</sub> frá þeim hluta bílaflotans sem er af eldri árgerð en 1988. Þetta sýnir mikilvægi þess að nýrri árgerðir með fullkomnari mengunarvarnarbúnaði taki sem fyrst við af þeim eldri. Í Danmörku hefur endurnýjun bílaflotans hins vegar gengið hægar fyrir sig en á Íslandi. Stórir bílar eyða líka minna en þeir léttari en eru etv. einnig minna notaðir. Þá þarf einnig að athuga að heildarlosun nýrra bíla er háð samsetningu flotans sem seldur er á hverju ári og má þar minna á að nýrri bílar hafa tilhneigingu til að þyngjast með margs konar aukabúnaði og vega þannig upp bætta nýtni vélanna. Aukinn orkukrefjandi búnaður í nýrri bifreiðum getur í sumum tilvikum einnig komið í veg fyrir að aukin nýtni bílvéla skili sér í minni eldsneytisnotkun. Þannig eykur t.d. loftkæling sem í gangi orkunotkun um 10-15% og upphitun afturrúðu og sæta eykur hana um 2-5%. Mikilvægt er að þekkja hvernig eyðsla tengist hraða, vegfirborði og fleiru.

Unnið er að því á vegum OECD og ESB að draga fram og ákveða þá mælikvarða sem unnt er að styðjast við alþjóðlega til að fylgjast með þróuninni í losun gróðurhúsalofttegunda og í öðrum umhverfisáhrifum samgangna í einstökum löndum. Samgönguráðuneytið og Vegagerðin fylgjast með þeirri umræðu og stefnt er að því að nota sömu mælikvarða hérlendis.

Spá um hver losunin verður í samgöngum (*BAU*) byggist fyrst og fremst á umferðarspám og spá um breytingar á eyðslu á ekinn km bifreiða þar eð vegasamgöngur eru yfirgnæfandi. Spá um eyðslu byggir aftur á spám um tækni-framfarir bílvéla og spám um samsetningu bílaflotans, hvað varðar nýja og eldri bíla á hverjum tíma.

Stjórnvaldsaðgerðum til að draga úr losun hefur stundum verið skipt í flokka:

- Fjárhagsleg stjórnþæki.
- Stjórnvaldsreglur.
- Frjálsa samninga.
- Upplýsingagjöf, kennslu og þjálfun.
- Rannsóknir og þróun.

Hér á eftir verður fjallað stuttlega um hvern þessara flokka. Ekki er um tæmandi upptalningu að ræða.

## 7.1 Fjárhagsleg stjórnþæki

Almennt gildir um skatta á samgöngur að í opnu hagkerfi er hagkvæmast að skattleggja fyrst fyrir ytri kostnaði (externalities) þ.e. umhverfi, sliti, slysakostnaði og tafakostnaði. Því næst kemur skattlagning á aðföng eða framleiðsluna. Síðast af öllu er rétt að skattleggja samgöngurnar sjálfar eins og þær væru framleiðsla (intermediate product). Engin ástæða er því til að skattleggja samgöngumáta mismunandi umfram það sem gert er gagnvart mismunandi ytri kostnaði. Skattar á eldsneyti einir og sér eru t.d. frekar takmarkaðir til þess að ná öllum ytri kostnaðinum. Til að mynda eru þeir hinir sömu á vegum með mikilli umferð og vegum með minni umferð og taka því ekki tillit til tafakostnaðar. Þeir eru hinir sömu hvort sem bíllinn er með hvarfakút eða ekki. Annað má nefna í þessu sambandi sem síðar verður fjallað nánar um. Bensín eða dísilolía á fólksbifreiðar eru auðvitað nærri fullkomlega samþærileg (interchangeable) vara. Bifreiðar aka jafnvel hvort sem notað er. Því eru engin hagkvæmnisrök fyrir mismunandi skattlagningu þessara aðfanga umfram t.d. lítinn mun í umhverfisþáttum.

### 7.1.1 Hækkun eldsneytisskatta

Í Bretlandi var á árunum 1993-1999 unnið markvisst að því að reyna að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda með árlegri raunhækkun eldsneytisverðs. Á þessu árabili hækkaði það um 25% að raunvirði, og á árinu 1998 lýsti breska ríkisstjórnin þessu sem aðalverkfærinu til að draga úr losun frá vegasamgöngum. Horfið var frá þessari aðferð í árslok 1999, einkum vegna þrýstings frá flutningafyrirtækjum og samtökum bíleigenda. Í Hollandi var beitt svipaðri aðferð á árunum 1990-1998, þegar eldsneytisskattar voru hækkaðir um 40% að raunvirði. Tilgangurinn var m.a. að hækka þennan tekjustofn ríkisins en einnig var vísað til þess að aðgerðirnar stuðluðu að minni losun með minni akstri og að þetta væri tilraun til að draga úr vexti í bílaeign og bæta þar með samkeppnisstöðu almenningsamgangna.

Samgönguyfirvöld í Evrópu eru almennt ekki hlynnt hækkun eldsneytisverðs, t.d. með því að bæta umhverfisskatti, „grænum skatti“, ofan á núverandi verð. Þau telja óvíst hvort það skili sér í minni CO<sub>2</sub>-losun, ekki síst þar eð meirihluti bíleigenda hefur lítið val um það hvort eða hversu mikið hann ekur, m.a. vegna uppbyggingar samfélagsins m.t.t. búsetu og atvinnu, ófullnægjandi almenningsamgangna o.s.frv. Þá er einnig víða pólitískt erfitt að koma slíkum gjöldum á.

Þegar kemur að því að setja á markað eldsneyti með lægra innihaldi brennisteins, er rætt um að flýta fyrir almennri notkun þess með hagstæðri verðlagningu. Í því

sambandi hefur verið bent á hversu fljótt tókst að skipta að miklu leyti yfir í blýlaust bensín sem var heldur ódýrara en það sem fyrir var.

### 7.1.2 Innheimta tengd umferðarálagi

Hugmyndir um að innheimta gjöld fyrir akstur á álagstímum í borgarumferð hafa verið töluvert ræddar. Auk þess að draga einfaldlega úr umferð er talið að eyðsla þeirrar umferðar sem áfram yrði í gangi yrði minni á hvern km vegna færri stöðva/taka af stað tilfella. Norðmenn eru framarlega á þessu sviði og er tekið t.d. gjald við akstur inn í Ósló, Björgvin og Þrándheim.

Í Skotlandi hefur „The Scottish Executive Board“ boðið bíleigendum samning „contract with the motorist“ um innheimtu gjalda á álagstímum. Í samningnum felst:

- Allar tekjur renni óskiptar til samgangna á því svæði þar sem þær eru innheimtar.
- Innheimtan er ofan á núverandi gjöld.
- Kerfið verður opið og gegnsætt þannig að bifreiðar eigendur sjá hvert tekjurnar renna.
- Innheimtan verður réttlát.
- Bættar almenningsamgöngur verða að vera fyrir hendi áður en gjaldtakan er sett á. Þannig verður ætíð annar kostur að vera fyrir til reiðu fyrir bifreiðar eigendur.

Í Hollandi er þetta einnig mikið rætt. Þar eru uppi hugmyndir um að innheimta jafnvirði um 200 króna fyrir hvern bíl sem ekið er inn í fjórar stærstu borgirnar.

Innheimta gjalds á álagstímum er gott dæmi um stjórnvaldsaðgerð sem myndi örugglega draga úr losun gróðurhúsalofttegunda en er örðug í framkvæmd við okkar aðstæður.

### 7.1.3 Gjaldstofnar

Í Bandaríkjunum hefur verið í athugun lengi hvort taka eigi upp gjaldstofn sem tengist eldsneytisnotkun hvernar bílgerðar sem seld er þannig að seljandinn greiði eða fái greitt til baka, miðað við einhverja fasta viðmiðun (núllpunkt). Talið er að til að fá framleiðendur til að breyta bifreiðum í átt til minni losunar með slíku gjaldi þyrftu þessar reglur að ná til allra ríkjanna, sem hins vegar er ólíklegt að nái fram að ganga. Í Hollandi hafa verið lagðar fram tillögur um að leggja gjald (toll) á allar nýjar bifreiðar sem nemur 22 evrum, (u.þ.b. 1.900 krónur á gengi í maí 2001) á g/km af CO<sub>2</sub>. Það eru um 300 þús. kr. fyrir meðalbíl. Tilgangurinn er að fá notendur til að velja bíla með sem minnstri losun. Einnig íhuga Hollendingar að láta árlegan bifreiðaskatt tengjast orkunotkun en ekki þunga. Í Bretlandi er árlegur bifreiðaskattur mun lægri fyrir bíla

	Hámark NO <sub>x</sub> árið 2005		Núverandi hámark	
	Bensínbílar	Díselbílar	Bensínbílar	Díselbílar
Evrópa .....	0,08 g/km	0,25 g/km	0,15 g/km	0,50 g/km
Japan .....	0,08 g/km	0,28 g/km	0,08 g/km	0,28 g/km
Bandaríkin .....	0,05 g/km	0,05 g/km	0,37 g/km	0,80 g/km

Tafla 2. Kröfur til hámarksmagns NO<sub>x</sub> í útblæstri bensín- og dísilvéla í fólksbílum.

	Hámark sótagna í dísilbílum árið 2005	Núverandi hámark
	Evrópa .....	0,025 g/km
Japan .....	0,05 g/km	0,05 g/km
Bandaríkin .....	0,005 g/km	0,05 g/km

Tafla 3. Kröfur til hámarkssótagna í útblæstri dísilvéla í fólksbílum.

	Hámark NO <sub>x</sub> í stórum dísilbílum 2006	Núverandi hámark
	Evrópa .....	3,0 g/kWh
Japan .....	3,0 g/kWh (árið 2003)	4,5 g/kWh
Bandaríkin .....	3,0 g/kWh (árið 2008)	6,0 g/kWh

Tafla 4. Kröfur til hámarks NO<sub>x</sub> í útblæstri dísilvéla í stórum bílum.

	Hámark sótagna í stórum dísilbílum 2006	Núverandi hámark
	Evrópa .....	0,02 g/kWh
Japan .....	0,175 g/kWh (árið 2003)	0,25 g/kWh
Bandaríkin .....	0,07 g/kWh (árið 2008)	0,15 g/kWh

Tafla 5. Kröfur til hámarkssótagna í útblæstri dísilvéla í stórum bílum.

með vél sem er <1.100 cc, sem verður hækkað í 1.200 cc í mars 2001. Þá er einnig verið að breyta skattlagningu fyrirtækisbíla í þá átt að hún tengist betur CO<sub>2</sub> losun farartækjanna. Mörg viðlíka dæmi um hugmyndir um breytingar á gjaldstofnum til að tengja þá betur við losun CO<sub>2</sub> má nefna víðsvegar að í Evrópu.

#### 7.1.4 Bensín eða dísilvélar

Ein aðgerð til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda víða í Evrópu hefur verið að stuðla að aukinni notkun dísilvéla í fólksbílum og öðrum minni bílum með fjárhagslegri stýringu gjalda af nýjum bílum eða eldsneyti. Losun þessara véla á nituroxíðum (NO<sub>x</sub>) og sótagnum er þó töluvert meiri en í bensínvélum og hefur það jafnvel verið talið geta aukið hættu á krabbameini. Ný tækni sem hefur verið þróuð til að ná stærri ögnum úr útblæstrinum er nú talin geta orsakað fjölgun smærri korna sem eiga greiðari leið í vefi lungnanna. Nú er unnið að þróun síubúnaðar sem á að geta komið í veg fyrir hættu á krabbameini og losun smærri sótagna. Evrópusambandið hefur sett staðla um kröfur varðandi sótagningu, og er framleiðendum gert að mæta þeim

við framleiðslu á fólksbifreiðum með dísilvél fyrir árið 2005. Reiknað er með að það verði gert með síum. Peugeot-bílaframleiðandinn mun þegar hafa náð þessu marki. Ef framleiðendur ná þessum markmiðum á annan hátt er reiknað með að kröfur verði enn hertar í framhaldinu.

Í stöðlum fyrir fólksbíla í Evrópu, Japan og Bandaríkjunum er miðað við að hámark NO<sub>x</sub> og sótagna frá bensín- og dísilvélum fólksbíla lækki umtalsvert á allra næstu árum eins og sýnt er í **töflum 2 og 3**. Einnig er í stöðlum miðað við að mikið dragi úr losun NO<sub>x</sub> og sótagna frá dísilvélum stórra bíla (vöruflutninga- og hópbifreiða), eins og sjá má í **töflum 4 og 5**. Í öllum löndum verða einnig hertar kröfur um hámark brennisteins í eldsneyti og er miðað við í ESB-ríkjum að það verði minna en 50 ppm árið 2005 og í Þýskalandi er stefnt að hámarki 10 ppm í díselolíu á bifreiðar fyrir árið 2007.

#### 7.1.5 Önnur fjárhagsleg stjórntæki

Í sumum ríkjum er farið að greiða fyrir bíla í brotajárn með tilvísun í minni losun CO<sub>2</sub> frá bílaflota viðkomandi ríkis með útrýmingu eldri árgerða. Þetta þarf ekki síður að



athuga varðandi fólks- og vöruflutningabíla. Mikil þróun hefur verið í stærrri dísilvélum síðustu tvo ártugina. Í ESB-ríkjunum er aldur rútbifreiða og annarra almenningsfarartækja að meðaltali um 7 ár en í einstökum ríkjum getur hann verið mun hærrí eins og t.d. á Ítalíu þar sem hann er 11-12 ár. Sum ríki hafa íhugað styrki til eigenda við kaup á nýjum bifreiðum til að stuðla að minni losun gróðurhúsalofttegunda.

Hægt er að hafa mikil áhrif á umferð í þéttbýli með háum bílastæðagjöldum í miðborgum. Þetta er víða talið ein öflugasta aðferðin til þeirra hluta. Hér er vísað til hækkingar gjalda jafnt hjá opinberum aðilum sem einkaaðilum, eins og t.d. vinnustöðum og verslunarmiðstöðvum.

## 7.2 Lög og reglur

Stjórnvöld geta með setningu reglugerða, og jafnvel laga-breytingum, haft töluverð áhrif á losun gróðurhúsalofttegunda frá umferð. Ekki síst eru það atriði sem eru á valdsviði sveitarstjórna. Hér á eftir er tæpt á nokkrum aðgerðum sem aðrar þjóðir hafa notað í þessu skyni eða hugleiða að grípa til.

### 7.2.1 Hraðatakmarkanir

Ein leið til að draga úr losun er að lækka hámarkshraða og fylgja betur eftir gildandi hraðatakmarkunum. Þetta er einkum vegna þess að yfir ákveðnum hraða fer eyðsla á hvern ekinn km vaxandi með auknum hraða. Ef unnt er að draga úr hraðanum er því unnt að halda sama umferðarflæði með minni losun. Sum lönd hafa þegar tekið þetta með í stefnumótun sína um aðgerðir til að draga úr losun. Einnig hefur verið hugað að lagasetningu um hraðatakmarkara í bíla í þessu skyni.

### 7.2.2 Umferðarstjórnun

Umferðarstjórnun getur bæði dregið úr umferð og jafnað umferðarhraða sem hvorutveggja dregur úr losun. Þetta á einkum við um þéttbýli. Samhæfing umferðarljósa er gott dæmi um þetta. Frekari þróun í upplýsingatækni, í fjar-skiptum, skynjurum við vega- og gatnakerfi, breytilegum upplýsingaskiltum og fleiru er einnig talið munu geta bætt og jafnað umferðarflæðið í borgum og þannig lagt sitt af mörkum til minni losunar. Bent er á óþarfa akstur við leit að bílastæðum, upplýsingar um akstursleiðir til að komast hjá umferðarteppu o.s.frv., og talið að hröð þróun í meðfærilegum Internetbúnaði tengdum farsínum muni stóruka þessa möguleika upplýsingatækninnar.

### 7.2.3 Skipulag og landnotkun

Ef ákvarðanir um skipulag og landnotkun leiða til færri ferða og minni flutningaþarfar geta þær haft töluverð áhrif á losun. Einkum er oft horft til þess að hafa ekki starfsemi

sem margir þurfa að koma til daglega, svo sem sjúkrahús og verslunarmiðstöðvar, í útjöðrum byggðar. Helst þarf hún að liggja vel við almenningsamgöngum ásamt göngu- og hjólastígum. Sífelld útpensla þéttbýlis víða um lönd hefur aukið mjög lengd akstursleiða og þar með magn CO<sub>2</sub>-losunar. Stuttar ferðir, 1-5 km, valda um 20% meiri losun á km en 6-10 km langar ferðir. Árangursríkast er því að reyna að hafa áhrif á stystu ferðirnar, t.d. með því að hvetja til þess að fólk gangi frekar, hjóli eða noti almenningsvagna. Þótt víða sé nauðsynlegt að útrýma flöskuháls- um í vega- og gatnakerfi eru þó stórir hlutar þess illa nýttir. Til að stýra því er t.d. unnt að nota veggjöld en það gildir aðeins þar sem vegfarandinn hefur eitthvert val annars verður það bara viðbótar skattheimta. Þá er oft bent á að vöruflutningar í þéttbýli eru mjög oft þannig að nýting bíla og gatna er óhagkvæm með tilliti til útblásturs.

Hér undir flokkast reyndar ein helstu mistök fortíðarinnar þar sem kenna má um slæmri samþættingu skipulagsmála og samgangna. Víða hafa verið byggð úthverfi með dreifðri byggð sem illmögulegt er að þjóna á sæmilegan hátt með almenningsamgöngum. Í staðinn hafa menn í dag illleysanlegt umferðaröngþveiti á annatímum. Jafnvel á svæðum þar sem almenningsamgöngur hafa verið í þokkalegu lagi hafa skipulagsyfírvöld ekki gagnert nýtt sér það til hagsbóta með þéttari byggð og fleiri vinnustöðum.

### 7.2.4 Almenningsamgöngur

Bættar almenningsamgöngur hafa auðvitað mikil áhrif til lækkunar gróðurhúsaáhrifa, um það er ekki deilt. Ýmis atriði verður þó að hafa í huga þegar um þær er fjallað í þessu sambandi. Ísland er mjög strjálbýlt land og meira að segja höfuðborgin verður varla talin fjölmenn. Því verða almenningsamgöngur ætíð mjög dýrar á Íslandi. Einnig er vandséð hvernig takast megi að ná upp viðunandi nýtingu farartækjanna en nýtingin skiptir hér öllu máli. Talið er að farþegar með almenningsfarartækjum í þéttbýli þurfi að vera um fjórfalt fleiri en einkabílar með bílstjóranum einum til þess að nýtni, með tilliti til losunar CO<sub>2</sub>, verði jákvæð. Einkabíll með bílstjóra og 3 farþega hefur sömu nýtni og strætisvagn með 16 farþega. Hlutfallsleg losun á ekinn kílómetra verður þá álíka mikil.

## 7.3 Frjálsir samningar

Stjórnvöld geta í mörgum tilfellum haft áhrif á mengunarmál umferðar án þess að setja sérstök lög eða reglur þar að lútandi. Beinir samningar við ýmsa hagsmunaaðila eru í mörgum tilfellum mun æskilegri.

### 7.3.1 Samningur við bílaframleiðendur

Mikilvægur samningur varðandi takmörkun á losun CO<sub>2</sub> frá umferð var undirritaður milli Evrópusambandsins og sam-

taka bílaframleiðenda í Evrópu (ACEA) í júlí 1998. Í samningnum skuldbindur ACEA sig til sjá til þess að

- meðallosun CO<sub>2</sub> frá nýjum bílum sem seldir eru í ESB löndum frá árinu 2008 verði ekki meiri en 140 g/km. Þetta myndi þýða 25% minni eldsneytiseyðslu miðað við árið 1995.
- einhverjar bifreiðategundir verði komnar á markað árið 2000 sem losa 120 g/km eða minna.
- stefna að 165-170 g/km árið 2003.
- kanna möguleika á frekari endurbótum til að ná því marki að losun nýrra bíla frá árinu 2012 verði að meðaltali um eða undir 120 g/km.

Framleiðendum er í sjálfsvald sett hvernig þeir ná þessum markmiðum. Á móti skuldbindur ESB sig til að sjá til þess að

- endurbætt eldsneyti í samræmi við nýja gæðastaðla ESB verði komið á markað.
- fjárhagsleg stjórnþæki og önnur stjórnþæki hamli ekki nýrri eldsneytisnýtnari tækni á Evrópumarkaði.
- samskonar viðleitni til að takmarka losun á CO<sub>2</sub> verði viðhöfð hjá bílaframleiðendum utan Evrópu.

Þess má geta, að talið er að þetta samkomulag, sem unnið hafði verið að allt frá 1993, hafi þegar skilað 6% minni CO<sub>2</sub>-losun nýrra bifreiða frá ACEA-framleiðendum 1995-1999 eða um 15% þeirrar minnkunar sem Kyotobókunin gerir ráð fyrir hjá Evrópusambandsríkjum.

Evrópusambandið hefur nú einnig náð samskonar samkomulagi við samtök bílaframleiðenda í Japan og Kóreu, nema hvað þar er miðað við 140 g/km markið árið 2009 í stað 2008. Í Bandaríkjunum hefur mikið starf verið unnið á rannsóknarstofum við að bæta nýtni bílvéla og draga úr eyðslu, en í rauninni fer eyðslan frekar vaxandi.

Til viðbótar þessu hefur Evrópusambandið sjálft sett sér það markmið að flýta 120 g/km markinu um losun nýrra bíla til ársins 2010 með eigin aðgerðum. Til þess á einkum að nota markaðsaðferðir, þ.e. að fá kaupendur til að velja sparneytnar bifreiðar og auka fræðslu um eldsneytissparandi akstur.

Almennt séð eru frjálsir samningar æskileg leið og getur margt fallið undir þá annað en lýst er hér að framan. Mikið hefur t.d. verið rætt og ritað um samninga á vinnustað þar sem vinnustaðurinn tekur sig til og reynir að minnka heildarútstreymi frá ferðum starfsmanna til og frá vinnu. Utanaðkomandi hvatning í einhverju formi er oft talin þurfa að koma til.

### 7.3.2 Aukinn hjólbarðaprýstingur

Eldsneytiseyðsla minnkar með auknum loftþrýstingi í hjólbörðum. Í Hollandi hafa yfirvöld samið við bílasala og

viðhaldsaðila bifreiða um þetta atriði auk þess að auka fræðslu til almennings. Mörg fleiri ríki hafa beint augum að þessu, sem er einföld og fljótleg framkvæmd. Almennt er ekki verið að ræða um þunga bíla, þar sem aukinn loftþrýstingur í hjólbörðum þeirra veldur auknu álagi á vegkerfið og skemmdir slitlag.

### 7.3.3 Viðhald bifreiða

Losun CO<sub>2</sub> getur aukist við bilanir í útblásturskerfi bifreiða. Oft eru það tiltölulega fáar bifreiðar með lélegt eða bilað kerfi sem orsaka losun á við stóran bílafloata. Virk skoðun, stillingar og reglulegt viðhald á vél og útblásturskerfi getur komið í veg fyrir þetta og er augljóst dæmi um aðgerðir sem skila miklu þegar litið er til allrar losunar frá bifreiðum. Bæði vestanhafs og austan- er unnið að tæknilegum aðferðum til að koma boðum til ökumanna um bilanir í þessum kerfum og breytingar á útblæstri.

## 7.4 Upplýsingagjöf, kennsla og þjálfun

Það mun ganga hægt að koma á einhverjum marktækum breytingum í losun gróðurhúsalofttegunda frá bifreiðum ef bíleigendur sýna því engan áhuga. Það er því forgangsverkefni flestra ríkja sem nú vinna að stefnumörkun á þessu sviði að fá þá í lið með sér. Ýmsar aðferðir eru þar taldar geta skilað miklum árangri.

### 7.4.1 Neytendaupplýsingar varðandi eldsneytiseyðslu

Í september 1998 samþykkti ESB reglugerð um upplýsingagjöf til neytenda varðandi eldsneytiseyðslu nýrra bifreiða. Meginþættir hennar eru:

- Á sölustöðum bifreiða skal vera tafla sem sýnir eyðslu allra bíla.
- Leiðbeiningar um eyðslu og sparastur skulu vera tiltækar í bæklingi og á Netinu og afhendast ókeypis.
- Á veggspjaldi skal sýnd eldsneytisnotkun og CO<sub>2</sub>-losun allra nýrra bifreiða sem seldar eru á viðkomandi stað.
- Opinberar tölur um eldsneytisnotkun fylgi auglýsinga- og kynningarefni söluaðila.

Aðildarríkjunum var veitt frjálsræði um útlit þessa kynningarefnis og fengu þau eitt ár til að koma reglugerðinni í framkvæmd. Víða er farið að gera kröfu um að seljendur nýrra bíla upplýsi kaupendur skilmerkilega um eldsneytisnotkun og útblástur hverrar bílgerðar. Í Danmörku er t.d. skylt að nota samskonar merkingar og þekkjast t.d. við sölu ýmissa heimilistækja á Íslandi. Slík merking fyrir fólksbíla er sýnd á mynd 27. Eftir að þessar merkingar voru teknar upp fyrir heimilistæki í Danmörku hafa kaup á tækjum í lægstu orkunotkunarflokkunum aukist úr 57% árið 1994 í 91% árið 1998.

## 7.4.2 Þjálfun ökumanna




Ýmsar þjóðir hafa sett þjálfun til sparneytnari aksturs inn í aðgerðaáætlun sína. Í Bretlandi hefur verið gert sérstakt átak í þessu hjá flutningabílstjórum með aðstoð opinberra aðila. Kannanir hafa sýnt að unnt er að draga allt að 15% úr CO<sub>2</sub> losun með góðu aksturslagi. Þar er einkum um að ræða jafnari akstur, þ.e. minni bremsun og hröðun, gírskiptingu við lágan snúningshraða (um 2000 snún./mín.) og að komast sem fyrst í hæsta gír. Það mun vera mis-skilningur margra að lágur snúningshraði fari illa með bílvélar en nýrri vélar eru einmitt hannaðar til að vinna þannig. Sjálfskiptingar eiga einnig í nýrri bílum að skipta sér við hagstæðasta snúning miðað við eyðslu. Það er því rannsóknarefni hvers vegna almennt er gefið upp að bílar eyði meiru með sjálfskiptingu en sams konar bílar með handskiptingu og hlýtur það að vera tengt aksturslaginu. Mest er unnt að vinna með breyttu aksturslagi í borgarumferð. Víða er farið að fella sparaksturskennslu inn í ökunám en erfiðara getur verið að viðhalda þeirri þjálfun síðar. Oft er nefnt að nýtnimælar eða jafnvel sjálfvirkir hraðaaðvörunarkerfi í bílum geti bætt ástandið. Einfaldasta hjálpartækið mun vera að setja grænan lit á snúningshraðamæla á milli 1500 og 2500 snún./mín.

Viðhorf bílstjóra almennt til losunar CO<sub>2</sub> við akstur getur haft töluverð áhrif. Kannanir hafa sýnt, að fólk tengir lítt saman umhverfismál og aksturlag. Talið er að bílasalar, félög bíleigenda, bílaiðnaðurinn og fleiri geti unnið þar bót á og að opinberir aðilar eigi að standa fyrir áróðurs- eða fræðsluferferðum á þessu sviði. Bent hefur verið á herferðir gegn ölvunarakstri og með bílbeltanotkun sem hliðstæðar aðferðir sem skilað hafa miklu.

## 7.4.3 Áhrif á hegðun

Flestar aðgerðir til að takmarka útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá samgöngnum munu hafa bein áhrif á líf og hegðun einstaklingsins. Sjaldnast er hægt að segja fyrir um það hver viðbrögð einstaklinganna verða eða hvort sú breyting verður á hegðun sem búist var við þannig að aðgerðirnar skili þeim árangri sem að var stefnt.

Ekki er hægt að reikna með að fólk hafi sömu tengsl við hnattræn umhverfisvandamál (t.d. gróðurhúsaáhrif) og staðbundin umhverfisvandamál sem snerta fólk meira beint (t.d. öryggi). Í daglegu lífi þarf fólk stöðugt að vera að velja og hafna og það getur orðið mjög flókið að hafa yfirsýn yfir alla þá kosti sem fyrir hendi eru og afleiðingar af einstöku vali, sérstaklega þegar um er að ræða hnattrænar afleiðingar. Það verður þessvegna alltaf flókið mál viður eignar að fá almenning með til lausnar svo fjarlæggra vandamála. Að veita upplýsingar til að auka umhverfisvitund er sjaldnast nægjanlegt til að breyta athöfnum fólks og það er algengt að fólk hafi mótsagnakenndar tilfinning-

Energi	
Volkswagen	
Lupo 1,2 TDI (3-Liter)	
Diesel	
	
	
<b>Lavt forbrug</b>	
Brændstofforbrug i km pr. liter	<b>33,3</b>
CO <sub>2</sub> -udslip i gram pr. km	<b>81</b>
<b>Økonomiplysninger</b>	
Ejeravgift pr. 1. januar 2000 i kr. pr. år	<b>140</b>
Brændstofudgifter i kr. pr. år (beregningseksempel ved 20.000 km og 6,75 kr/liter)	<b>4.050</b>
<b>Sikkerhed</b>	
Opfylder EU år 2003-krav til beskyttelse ved	
- frontalkollision	<b>Ja</b>
- sidekollision	<b>Ja</b>
En oversigt over brændstofforbrug og CO <sub>2</sub> -udslip for alle nye personbiler fås gratis på alle salgssteder.	
Ud over bilens oplyste brændstofforbrug spiller også køremåde en rolle for en bil's faktiske brændstofforbrug og CO <sub>2</sub> -udslip. CO <sub>2</sub> er den drivhusgas, der er hovedansvarlig for den globale opvarmning.	
Forbrug til klimaanlæg o.lign. indgår ikke i oplysningerne om brændstofforbrug.	
Udstødningsgassen fra dieslbiler, der ikke er forsynet med partikelfilter, vurderes at være mere sundhedsskadelig end udstødningsgassen fra benzinbiler.	

Mynd 27. Dæmi um orkumerkingar nýrra fólksbifreiða (frá Danmörku).

ar eða viðhorf gagnvart ákveðnum hlutum, þ.m.t. umhverfismálum. Þess vegna þarf að blanda saman aðferðum, upplýsingum til að auka umhverfisvitund með hagrænum stjórnækjum og áhrifum á félagslegar viðmiðanir og lífsstíl. Þessar aðferðir hafa beinustu áhrif á gerðir fólks, aðgerðir er lúta að tækniframförum hafa hins vegar ekki slík bein áhrif á gerðir fólks.

Almennt má segja að fólk sé nokkuð meðvitað og upplýst um umhverfisvandamál samgangna en á sama tíma er fólk tregt til að fórna því frelsi og þeim lífsstíl sem einkabíllinn gefur. Í þessu samhengi er mikilvægt að vita hvaða möguleikar og hvaða áhugi er á meðal almennings og hvernig unnt er að breyta samgönguvenjum. Samgöngur með einkabílum fá annasaman daginn til að hanga saman og unnt er að sinna öllum þeim erindum er nútíma samfélag „krefst“ af fólki. Margir tengja einkabílsmann við frelsi og að vera engum háður og í sumum tilfellum er einkabíllinn einnig stöðutákn. Þar að auki tengir fólk oft takmarkanir á samgöngum við minni hagvöxt og lakari lífskjör, þ.m.t. þeirra eigin. Aðferðir til að takmarka notkun á einkabílum geta haft neikvæð áhrif á hreyfanleika, sérstaklega ef almenningssamgöngur eru ekki virkar eða sveigjanlegar. Þess vegna getur verið erfitt að ganga rót-tækt til verks í að leysa umhverfisvandamál einkabílsins.

Það er einfaldlega erfitt að finna samgöngumáta er koma í staðinn fyrir einkabílinn og það frelsi sem hann gefur. Það leiðir til þess að fólk mun oft velja bílinn svo lengi sem mögulegt er og réttlætir hann veruleg fjárútlát og ýmis neikvæð áhrif, m.a. á umhverfið, hjá allflestum.

## 7.5 Rannsóknir og þróun

Þegar horft er til framtíðar er rannsókn- og þróunarstarf sérstaklega mikilvægt. Slíkt starf er viðbót við aðrar aðgerðir stjórnvalda, og innifelur t.d. tækniþróun við að ná fram betri nýtni bílvéla og minni eldsneytiseyðslu almennt. Hluti þeirrar tækniþróunar er einnig minni þungi bifreiða, minni loftmótstaða, léttari aukahlutir og hjólbarðar. Í Evrópu er litið á nýja tækni í bílvelum, svo sem beina innspýtingu í bensín- og dísilvélum, sem mikilvæga þætti í stefnumótun. Talið er að margir áhugaverðir fletir séu á samvinnu opinberra aðila og framleiðenda í rannsóknum og þróun, ekki síst á alþjóðlegum vettvangi.

# 8 Stefnumótun stjórnvalda almennt

Markmið um að minnka neikvæð umhverfisáhrif frá samgöngum, þ.m.t. losun gróðurhúsalofttegunda, ættu að vera áskorun en þó innihalda raunhæf markmið. Þau þurfa að vera mælanleg og unnt að hafa eftirlit með árangri.

Þegar stjórnvöld setja sér markmið um aðgerðir til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum er nauðsynlegt að reyna að gera sér grein fyrir áhrifum einstakra aðgerða sem gripið er til. Töluvert flókið er að finna það til dæmis í tonnum af CO<sub>2</sub> en víða er nú unnið að því að rannsaka og áætla þessi áhrif. Þá þarf einnig að líta til kostnaðar við að ná einstökum markmiðum og sem dæmi má nefna að í Hollandi er talið að það borgi sig ekki að leggja út í aðgerðir sem kosta meira en 70 evrur (6.000 kr. á gengi í maí 2001) fyrir hvert tonn CO<sub>2</sub>-ígilda. Sem dæmi má nefna að talið er að á stuttum tíma (minna en 1 ár) leiði 10% verðhækkun eldsneytis til 3% minni eyðslu og 1,5% minni aksturs. Til lengri tíma litið gæti eyðslan minnkað um 7% og aksturinn um 3-5%. Lítil fylgni virðist vera milli bílaeignar og eldsneytisverðs, heldur virðist fólk frekar velja að kaupa sparneytnari bíla og draga eitthvað úr akstri þegar eldsneytisverð hækkar umtalsvert.

Markmið um að auka almenningssamgöngur þurfa ekki að þýða minni heildarlosun CO<sub>2</sub>. Ástæðan er ekki síst sú að ein aðalleiðin til að efla almenningssamgöngur og draga á móti úr notkun einkabílsins er að bæta þjónustuna, sem yfirleitt þýðir meiri akstur og eldsneytiseyðslu almenningsvagna. Það eru ekki síst gangandi og hjólandi vegfarendur

sem nýta sér bættu þjónustu almenningsvagna. Því þarf að kanna málið í heild og bera saman aukna eldsneytiseyðslu almenningsfarartækjanna við fækkun í ferðum einkabíla til að finna raunveruleg áhrif á losun CO<sub>2</sub>.

Eitt af megin viðfangsefnum við stefnumótun einstakra ríkja er að greina pólitískan vilja til fjárhagslegra stjórn-tækja sem lið í aðgerðum, t.d. varðandi veggjöld tengd umferðarálagi (road congestion pricing) sem margir hafa rætt um en ekki komið í framkvæmd.

Ljóst, er að í Evrópu er áður nefnt samkomulag við bílaframleiðendur (ACEA) ein mikilvirkasta aðgerðin til að draga úr losun CO<sub>2</sub> og mikilvægt fyrir stefnumótun allra ríkja að það samkomulag haldi. Ríkin verða þó jafnframt að vinna að því að koma öðrum aðgerðum í framkvæmd. Flest þeirra horfa nú ekki síst á óbeinar (*non-product*) aðferðir, svo sem aksturslag og hegðun ökumanna, viðhald bifreiða, fjárhagslega hvatningu og upplýsingatæknina, sem allt eru atriði sem geta dregið úr losun, þótt erfitt sé að mæla áhrifin. Í áætlunum hollenskra stjórnvalda er t.d. reiknað með að þessar aðferðir skili 1/2- 2/3 þess sem stefnt er að í minni losun CO<sub>2</sub>. Þar er m.a. talið að aukinn loftþrýstingur í hjólbörðum minnki eldsneytisnotkun um 10-15% án þess að koma niður á öryggi eða dekkjakostnaði. Hert eftirlit með aksturshraða og þróun aðferða til að koma upplýsingum um hámarkshraða á hverjum stað beint til ökumannsins eru líka á dagskrá.

Greinarmun þarf að gera á aðgerðum til að draga úr umferðarálagi eða umferðaröngþveiti annars vegar og CO<sub>2</sub> losun hins vegar. Þeir sem hagnast á betra umferðarflæði á einstökum stöðum eru afmarkaður hópur vegfarenda (staðbundið) en minni losun á CO<sub>2</sub> er í þágu allra íbúa jarðarinnar (hnattrænt). Þetta hefur ekki síst áhrif á hvaða aðgerðir bíleigendur sætta sig við. Veggjöld á því t.d. að innheimta og kynna til að draga úr umferð á álagsstöðum og minni CO<sub>2</sub>-losun er þá jákvæð hliðarverkun sem hefur reyndar hnattræn áhrif til góðs fyrir alla.

Almennt má segja að ef almenningi telur sig þekkja og hafa tengsl við vandamálin mun hann taka þátt í að bæta ástand umhverfis síns. Möguleikar fyrir þátttöku almennings eru því bestir í sambandi við áþreifanleg umhverfisvandamál á meðan það er erfiðara gagnvart hnattrænum óáþreifanlegum umhverfisvandamálum.

# 9 Tillögur um stefnumörkun fyrir Ísland

Stjórnvöld víða um heim hafa leitað leiða til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum allt frá undirritun rammasamkomulags Sameinuðu þjóðanna um lofts-

lagsbreytingar í Ríó 1992 og með auknum krafti frá gerð Kyotobókunarinnar 1997. Danir stefna t.d. að því að draga úr CO<sub>2</sub>-losun frá samgöngum um 25% til 2030 miðað við 1988, án þess að það komi niður á hagvexti. Til lengri tíma litið er horft til þess að slíta í sundur samhengið milli aukningar hagvaxtar og umhverfisáhrifa samgangna, eins og t.d. hefur tekst varðandi aðrar gróðurhúsalofttegundir en CO<sub>2</sub>.

Ljóst er að tækniþróunin mun verða ein mikilvirkasta aðgerðin til að draga úr losun CO<sub>2</sub> og hafa t.d. þegar verið undirritaðir samningar Evrópusambandsins og samtaka bifreiðaframleiðenda um ákveðin skref í þá veru fram til þess tíma sem Kyotobókunin tekur til, þ.e. 2008-2014. Spár um áframhaldandi fjölgun bifreiða og aukna umferð sýna þó að tækniþróunin ein mun ekki nægja til að ríkin geti almennt staðið við þær kröfur sem samningurinn gerir til þeirra.

Í því efni sem þessi skýrsla byggir á hefur töluvert verið leitað í smiðju til Evrópusambandsins og samtaka evrópskra samgönguráðherra en ekki síður verið horft til vinnu OECD undanfarin ár við stefnumörkun um sjálfbærar samgöngur. Þar hafa menn stillt upp spám um losun miðað við áframhaldandi óbreytta þróun - „*Business as Usual*“ - þar sem tækniþróunin er innifalin og síðan litið til þess hvað stjórnvöld þurfa að gera til viðbótar til að ná því að samgöngur verði sjálfbærar.

Fyrst og fremst hafa menn litið til bílaumferðar, sem alls staðar er megin losunarvaldur gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum, einkum CO<sub>2</sub>. Hvað Ísland varðar mun tækniþróunin ein fara langt með að uppfylla þær alþjóð-

legu skuldbindingar sem líklegt er að á okkur verði lagðar en þó er nauðsynlegt að hyggja að öðrum aðgerðum til að draga úr losun. Hér verður fyrst gerð grein fyrir þeim aðgerðum sem helst koma þar til greina og síðan lögð fram tillaga um þau markmið sem setja mætti í stefnumótun hérlendis.

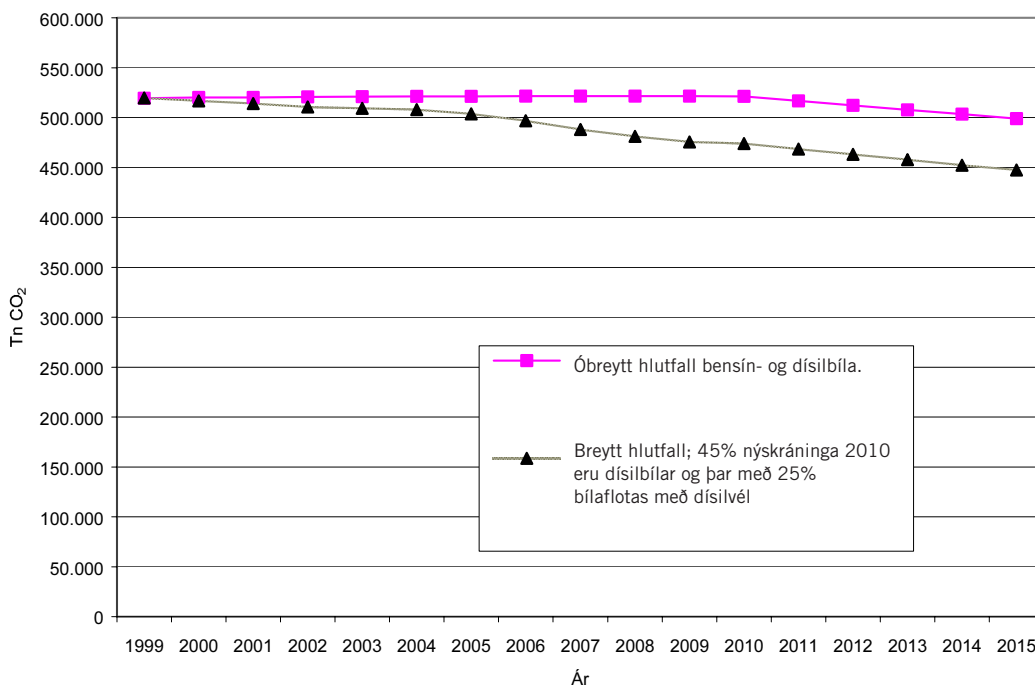
## 9.1 Aðgerðir

Í kaflanum um leiðir til að draga úr losun frá bílaumferð almennt var farið yfir þær aðferðir sem undanfarið hefur helst verið rætt um á alþjóðlegum vettvangi. Sumar þessara hugmynda gætu átt við á Íslandi og aðrar síður að mati skýrsluhöfunda. Hér verða ræddar nokkuð þær aðgerðir sem við teljum að helst ætti að gaumgæfa hérlendis.

### 9.1.1 Fjölgun dísilbifreiða

CO<sub>2</sub>-losun frá dísilfólksbifreiðum er minni en frá samsvarandi bensínbifreiðum. Í nágrannalöndunum og víðar í Evrópu hefur á undanförunum árum verið gert átak í því að fjölga dísilfólksbifreiðum hlutfallslega og eru dæmi þess að hlutfall þeirra hefur farið úr 5-10% í 40-50% á 15-20 árum. Hlutur dísilfólksbifreiða á Íslandi er nú einungis um 9% og er þar einkum um að ræða stærri jeppa.

Ástæður þessa lága hlutfalls dísilbifreiða hér á landi má einkum rekja til skattlagningarinnar. Af bifreiðum með annan orkugjafa en bensín er greiddur þungaskattur. Þungaskattur er markaður tekjustofn til vegagerðar á Íslandi og skal hann, ásamt sérstöku vörugjaldi af bensíni, standa undir rekstri, viðhaldi og nýframkvæmdum í vegakerfinu. Þungaskattur á bifreiðar á Íslandi er tvíþættur.



Mynd 28. CO<sub>2</sub>-útblástur frá fólksbifreiðum. Annars vegar er miðað við óbreytt hlutfall bensín- og dísilvéla í fólksbifreiðum, og hins vegar miðað við breytta samsetningu. Miðað er við lágspá umferðar.



Díselbifreiðar yfir 4 tonn að þyngd greiða gjald samkvæmt ökumæli fyrir hvern ekinn kílómetra en dísilbifreiðar undir 4 tonn að þyngd greiða yfirleitt fast árgjald, hækkandi eftir þyngd, en geta þó einnig valið að greiða samkvæmt ökumæli.

Þegar virðisaukaskattur var innleiddur á Íslandi 1989 var hann lagður jafnt á díselolíu sem aðrar vörur (24,5%), en díselolían hafði áður verið undanþegin söluskatti. Við þessa aðgerð má segja að fótum hafi verið kippt undan rekstri díselfólksbifreiða á Íslandi þar sem ekki var gripið til neinna aðgerða til mótvægis við þessa hækkun. Aka þarf dísilbifreið mun meira en sem nemur meðalnotkun fólksbíls á Íslandi (20-40 þús. km á ári) til þess að kostnaður við rekstur dísil- og bensínbíls sé sambærilegur. Notkun dísilbíls er enn óhagkvæmari í þessum samamburði ef hann er léttur og sparneytinn.

Skjótverkasta leiðin er að lækka árgjald þungaskatts, mest á minnstu bílunum en minna á þeim stærri. Þetta þarf að gera með lagabreytingu en getur gengið mjög hratt fyrir sig. Þetta leiðir fyrst um sinn til tekjuskerðingar vegasjóðs en þegar fram líða stundir aukast tekjur sjóðsins við þessa breytingu en aðrar tekjur ríkissjóðs minnka á móti.

Fast árgjald, óháð notkun bifreiðarinnar, verður að teljast óeskilegt. Í raun er um eignaskatt að ræða og má ætla að slíkt sé aksturshvetjandi, einkum hjá aðilum sem eru í atvinnurekstri, þar sem kostnaður á hvern ekinn kílómetra minnkar eftir því sem ekið er meira.

Í nágrannalöndunum hefur verið tekið upp olíugjald og þá miðað við að verð á díselolíu til ökutækja sé nokkru lægra en verð á bensíni. Í flestum nágrannalöndunum er hins vegar einnig innheimt fast árgjald af stórum dísilbílum.

Ef tekið verður upp olíugjald á Íslandi er unnt að afnema þungaskatt af minni dísilbifreiðum og ákveða gjaldið þannig að rekstur þeirra sé jafnhagkvæmur og rekstur bensínbifreiða. Brýnt er að stærri bifreiðar (10 tonn og yfir) greiði hins vegar einnig áfram kílómetragjald þungaskatts vegna þess álags og slits sem þær valda á vegakerfinu. Til að aðgreina gjaldskylda og gjaldfrjálsa olíu þarf að koma á lita gjaldfrjálsa olíu eins og gert er í nágrannalöndum.

Margir telja æskilegt að allir vegfarendur greiði í samræmi við notkun þeirra af vegakerfinu óháð því hvaða eldsneyti þeir nota til að knýja farartæki sín. Æskilegast væri því að allir vegfarendur greiddu kílómetragjald sem færi eftir þyngd farartækja sem þeir nota og jafnvel eftir því hvar og hvenær ekið er. Sem stendur er það hins vegar tæknilega illframtækilegt en á því kann að verða breyting á allra næstu árum, mjög líklega fyrir árið 2010.

Nauðsynlegt er að búa svo um hnúta að ódýrara sé að reka dísilbíl en bensínbíl ef takast á að fjölga dísilbílum hlutfallslega á Íslandi. Það er ekki nóg að rekstrarkostnaður dísil- og bensínbíla sé álíka mikill.

Endurnýjun á fólksbifreiðum landsmanna hefur átt sér stað í bylgjum. Nú er ein slík nýfstaðin. Sú næsta þar á undan var á árunum 1987-1989. Reikna má með að meðalendingartími bifreiðar á Íslandi sé yfir 10 ár. Til greina kæmi t.d. að koma á innlausnargjaldi fyrir gamlar bensínbifreiðar til þess að stuðla að hlutfallslegri fjölgum dísilbíla.

Eins og fram kom í kafla um leiðir til að draga úr losun frá bílaumferð er losun dísilvéla á nitroxíðum (NO<sub>x</sub>) og sótögnum töluvert meiri en í bensínvélum. Ný tækni, sem hefur verið þróuð til að ná stærri ögnum úr útblæstrinum, er nú talin geta valdið fjölgun smærri korna sem eigi greiðari leið í vefi lungnanna og auki hættu á krabbameini eða öðrum sjúkdómum. Nú er unnið að þróun síubúnaðar sem á að koma í veg fyrir losun smærri sótagna. Evrópusambandið hefur sett staðla um kröfur varðandi sótagfir og er framleiðendum gert að uppfylla þær í framleiðslu á fólksbifreiðum með dísilvél fyrir árið 2005. Reiknað er með að þetta verði gert með síum. Bílaframleiðendur í öllum löndum munu þurfa að laga sig að mun strangari kröfum um magn NO<sub>x</sub> og sótagna í útblæstri á næstu 5-7 árum.

Á mynd 28 má sjá hugsanlega þróun í CO<sub>2</sub>-útbilæstri frá fólksbifreiðum, annars vegar miðað við óbreytta samsetningu í fólksbifreiðaeign landsmanna og hins vegar ef gripið verður til aðgerða til að fá landsmenn til að skipta yfir í dísilbifreiðar. Í dæminu er reiknað með að árið 2010 verði 45% nýskráðra minni bíla með dísilvél. Þar með yrðu um 25% allra bíla <4 tonn að þyngd með dísilvél í stað u.þ.b. 10% nú. Sú aðgerð myndi draga úr CO<sub>2</sub>-losun frá umferðinni um 50 þúsund tonn á ári. Ekki er þó mælt með því hér að hugað verði að stórfelldum breytingum á hlutfalli bensín- og fólksbíla hér á landi fyrir en tryggt er að NO<sub>x</sub> og sótagfir í útblæstri nýrra dísilvéla sé innan viðunandi marka.

### 9.1.2 Aðrir orkugjafar

Í kafla um tækninýjungar í bílaiðnaði er greint frá þeirri þróun sem nú er í gangi og framundan á sviði nýrra bílvéla og annarra orkugjafa en bensíns og gasolíu (díselolíu). Nýir orkugjafar eru í sjónmáli og munu taka við þegar til lengri tíma er litið. Brunahreyfillinn mun væntanlega víkja fyrir nýjum gerðum, svo sem efnarafalnum (*Fuel Cell*). Hins vegar er ljóst að til að nýta nýja orkugjafa á borð við vetni er nauðsynlegt að fylgjast vel með þróun í framleiðslu, geymslu og dreifingu þess. Þótt Ísland geti lítil áhrif haft á þróun bílaiðnaðarins almennt hefur augum verið beint hingað varðandi vetnið eins og kunnugt er. Sú þróunarvinna og samstarf, sem þar er þegar fyrir hendi, getur haft áhrif á losun CO<sub>2</sub> frá umferð á Íslandi á þeim tíma sem hér er til umræðu, þ.e. til 2008-2012 og nokkuð örugglega á tímabilinu til 2030, sem einnig er í um-

fjöllun. Það er þó vart tímabært að taka þau áhrif nú með í stefnumörkun varðandi aðgerðir til að draga úr losun, vegna óvissu um hversu hröð þessi þróun verður.

### 9.1.3 Gjöld

Gerðar hafa verið breytingar á skattlagningu bifreiða í sumum nágrannalöndum okkar með tilliti til losunar CO<sub>2</sub>. Íhuga má hvort gera á breytingar hér með því að lækka verð sparneytinna bifreiða með tollalækkunum en hækka verð eyðslufrekari bíla og miða t.d. við flokkun Evrópusambandsins um mengun frá mismunandi bifreiðum. Sé ætlunin að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum með gjalddöku er eðlilegt að losun hvers samgöngutækis sé grunnurinn að skattlagningu en ekki þyngd eða slagrúmmál. Hafa ber þó í huga að ef slíkar breytingar á skattlagningu skapa tekjuauka ætti að nýta þær í sérstökum tilgangi, svo sem til að draga úr loftmengun, til að ná um þær meiri samstöðu. Slíkir skattar mega ekki draga úr endurnýjun bifreiðaflota landsmanna, sem gæti haft áhrif í þá átt að eldsneyttisparandi tækninýjungar yrðu síður teknar í notkun. Takmarka ætti innflutning bifreiða sem menga meira, t.d. eldri árgerðir, s.s. með háum tollum. Víða í Evrópu er rætt um að breytta skattkerfinu þannig að verð á nýjum bílum lækki en á hinn bóginn verði dýrara að nota bílinn. Tæknin mun væntanlega innan fárra ára gera mögulegt að innheimta mishá notendagjöld eftir því hvar og hvenær ekið er. Einkum er þá horft til þess að reyna að draga úr akstri í þéttbýli á álagstímum. Ekki er ljóst hvort slíkar aðgerðir muni á endanum draga úr losun CO<sub>2</sub> á landsvísu en í mörgum löndum er áhersla lögð á rannsóknir á þessu sviði.

### 9.1.4 Skipulag, landnotkun og umferðarstjórnun

Ákvarðanir um skipulag og landnotkun sem leiða til færri ferða og minni flutningaþarfar geta haft töluverð áhrif á CO<sub>2</sub>-losun frá umferðinni. Unnt er að staðsetja starfsemi sem margir þurfa að nýta, svo sem sjúkrahús og verslunarmiðstöðvar, í nánd við byggðakjarna en ekki í útjødum. Helst þarf staðsetningin að liggja vel við almenningsgöngum og göngu- og hjólastígum. Almenn þarf að tryggja í svæðis- og aðalskipulagi að tekið sé á markvissan hátt á samgöngumálum með það að markmiði að stytta akstursleiðir og draga úr akstursþörf. Dönsk stjórnvöld ætla t.d. á næstunni að gera tilraunir með að skipuleggja byggð með það í huga að draga úr akstri og minnka þar með CO<sub>2</sub>-losun.

Stór hluti gatnakerfisins á höfuðborgarsvæðinu er lítið nýttur stór hluta sólarhringsins. Hins vegar er óhjákvæmilegt að bæta ástandið á ýmsum fjölförnum gatnamótum til að draga úr slysum og umferðarálagi yfir tiltölulega stuttan tíma að morgni og síðdegis, t.d. með mislægum gatna-

mótum. Slíkar framkvæmdir draga úr mengun miðað við óbreytta umferð þar eð útblástur frá bílum, sem eru stöðvaðir og er ekið af stað, er mun meiri en frá umferð á jöfnum hraða. Sveigjanlegur vinnutími, breytilegur byrjunartími skóla og ýmislegt fleira hefur verið nefnt sem aðferðir til að dreifa umferðarálagini og minnka umferðarþoppa kvölds og morgna. Til að stýra umferðarálagi er einnig unnt að nota veggjöld sem gilda þá t.d. aðeins á ákveðnum vegarköflum á ákveðnum tímum sólarhringsins. Slíkt myndi vafalaust beina hluta umferðar á aðrar brautir og fá hluta vegfarenda til að velja aðra ferðatíma. Þótt slíkar aðgerðir myndu draga úr mengun er gildi þeirra fyrst og fremst að jafna umferðarálagið og greiða fyrir umferð.

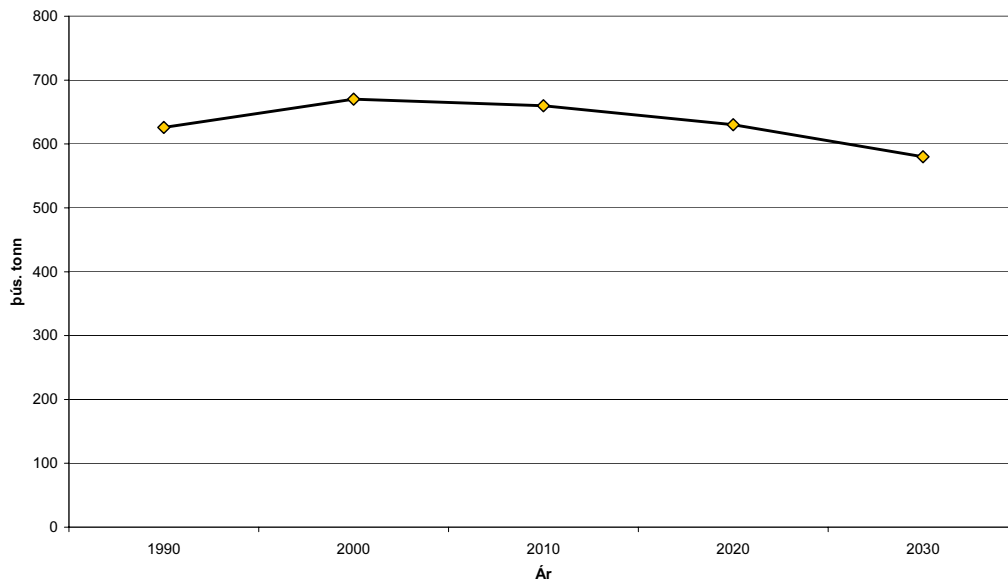
Oft er bent á að vöruflutningar í þéttbýli séu víða þannig að nýting bíla og gatna sé óhagkvæm með tilliti til útblásturs. Nefndar hafa verið hugmyndir um að safna saman vöru til dreifingar þar til hagkvæmri stærð flutninga er náð, í hverju fyrirtæki eða hjá nærliggjandi fyrirtækjum. Þá hefur verið bent á að í mörgum tilfellum sé hagkvæmara, m.a. með tilliti til umhverfismála, að senda vörur úr verslunum heim til almennings í stað þess að hver og einn sækir allar nauðsynjar á sínum bíl. Ýmsir hugsa til upplýsingatækninnar í þessu samhengi, t.d. fjarverslun, en einnig er oft bent á möguleika fjarvinnslu, til að fækka ferðum milli heimilis og vinnustaðar.

Ástæða er til að nefna höfuðborgarsvæðið sérstaklega. Það myndar samfellt svæði þar sem fólk sækir atvinnu, verslun, þjónustu o.þ.h. á milli sveitarfélaga. Þar eru þó ekki samræmdar almenningsgöngur á milli en það stendur til bóta. Í þessu sambandi þarf einnig að hyggja að auknum forgangi eða sérstökum leiðum fyrir almenningsvagna. Skipuleggja þyrfti einstök hverfi þannig að þau séu meira sjálfum sér nóg en áður, til að draga úr bílferðum, til dæmis hvað varðar verslun og útivistarsvæði. Betri aðstæður fyrir hjólríðafólk gætu einnig eitthvað dregið úr akstri bifreiða.

Samhæfing umferðarljósa í gatnakerfi borgarinnar, myndi ein og sér draga úr CO<sub>2</sub> losun. Ekki hefur verið reynt að meta hversu mikil minnkunin yrði, en mælt er með að slík könnun verði gerð, ásamt því að kanna til hlítar möguleika á að hrinda samhæfingu ljósanna í framkvæmd.

### 9.1.5 Vegakerfið

Akstur á bundnu slitlagi leiðir til minnkunar á eldsneytisnotkun og er því bent á lagningu bundins slitlags sem eina af þeim aðgerðum sem dregur úr losun CO<sub>2</sub> frá umferðinni. Í dag er nánast óþekkt í þróuðum ríkjum að eitthvað sé í það að sækja, þar eð malarslitlag er varla til fyrir almenna umferð. Íslendingar eiga þó mikið ógert í þeim málaflokki og mun því lagning bundins slitlags gagnast



Mynd 29. Spá um losun CO<sub>2</sub> frá samgöngum til 2030 („háspá“ bílaumferðar).

hér til að draga úr losun í framtíðinni. Samkvæmt gögnum frá Alþjóðabankanum frá fyrri tíð er eldsneytisnotkun fólksbifreiða að lágmarki 20% meiri á góðu malarlitlagi en á bundnu slitlagi. Fyrir þunga bíla er munurinn mun meiri. Hugsanlega hefur þetta hlutfall eitthvað breyst með nýjum bílvélum. Ef lítið er til langtímaáætlunar í vegagerð, sem nær til ársins 2010, verða lagðir um 780 km af bundnu slitlagi frá og með árinu 2001. Áætluð meðalumferð á þessum vegum er 50 milljónir km. á ári. Ef miðað er við 20% sparnað í eldsneytiseyðslu á ekinn km að jafnaði mun losun CO<sub>2</sub> verða um 3 þúsund tonnum minni árið 2010 en verið hefði með sömu umferð á malarvegum.

Við jafnan aksturshraða næst hámarksnýting á eldsneyti sem leiðir til minni mengunar. Því er æskilegt að vegakerfið sé byggt þannig að aksturshraði verði sem jafnastur, t.d. með því að minnka biðtíma, bratta og vegalengdir milli staða. Í Danmörku sýna útreikningar að ef meðalhraði allra ökutækja væri sá sami og hámarkshraðinn myndi orkunotkun í bílasamgöngum minnka um 1%, auk þess sem öryggi í umferð ykist. Víða er unnið að rannsóknum á tæknilausnum til að aðvara bílstjóra eða koma í veg fyrir að þeir aki yfir löglegum hraða þar sem þeir eru á ferð. Ýmsar framkvæmdir eru á döfni hér á landi sem munu stytta vegalengdir, svo sem gerð jarðganga, þverun fjarða og fleira. Í flestum tilfellum mun þessum aðgerðum hins vegar fylgja ný viðbótarumferð sem eykur heildarumferð og vinnur á móti þeirri minnkun sem verður á losun CO<sub>2</sub> með styttri vegalengd. Því er ekki reiknað hér með slíkum framkvæmdum sem aðgerðum til að draga úr losun.

### 9.1.6 Upplýsingar og fræðsla

Eins og áður hefur komið fram er stefna margra þjóða nú að nota fyrst og fremst „mjúkar“ aðferðir til að reyna að

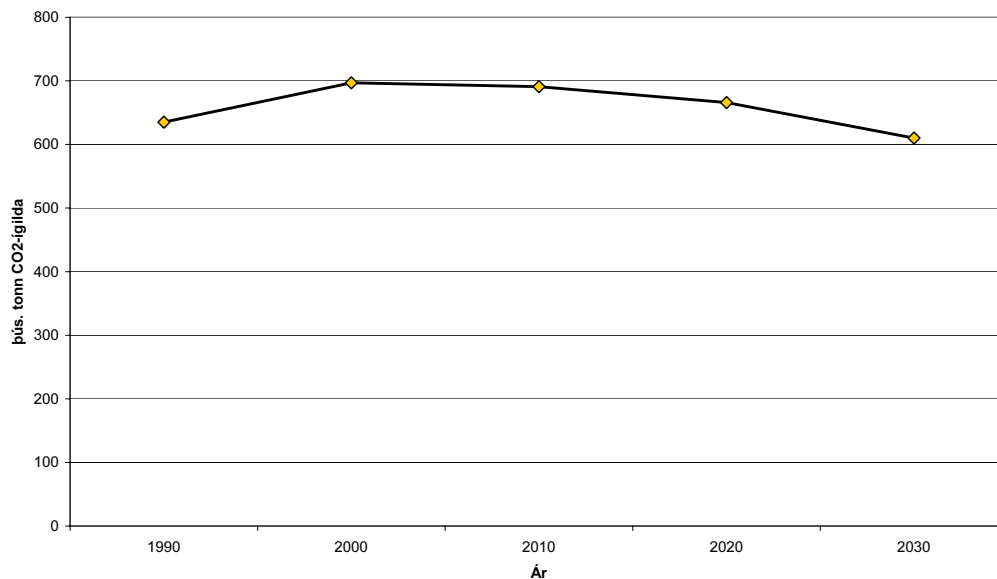
draga úr losun á CO<sub>2</sub>, til viðbótar þeim tækninýjungum sem fyrirsjáanlegar eru í bílaiðnaðinum. Þar er einkum átt við upplýsingar og fræðslu um aksturslag og hegðun öku-manna, viðhald bifreiða, fjárhagslega hvatningu til að velja umhverfisvæn farartæki og upplýsingatæknina til að stytta aksturleiðir og akurstíma ásamt því að jafna flæði umferðar í þéttbýli. Þá má benda á reglur ESB um upplýsingar til neytenda varðandi eldsneytiseyðslu og CO<sub>2</sub> losun við sölu nýrra bifreiða. Allt eru þetta atriði sem vert er að íhuga og jafnvel taka upp hérlendis.

Kannanir hafa sýnt, að unnt er að draga allt að 15% úr CO<sub>2</sub> losun með jöfnu aksturslagi, mest í fólksbifreiðum í borgarumferð og þungum bílum í þjóðvegaakstri. Ýmsar þjóðir hafa sett þjálfun til sparneytnari aksturs inn í aðgerðaáætlun sína, og m.a. fellt sparaksturskennslu inn í ökunám. Danir telja að fræðsla um breyttan orkusparandi akstursmáta geti dregið úr losun CO<sub>2</sub> um 1% árið 2010 og að það muni einnig auka öryggi í umferð. Opinberir aðilar, ökukennarar, félög bifreiðaeigenda, bílasalar og ýmsir fleiri gætu og ættu að standa fyrir upplýsingagjöf og fræðslu varðandi þessi atriði, sem til lengri tíma lítið myndu örugglega leggja sitt lóð á vogarskálarnar við að draga úr losun CO<sub>2</sub> í umferðinni. Í Danmörku er í bígerð að reyna að stuðla að mjög aukinni umhverfisstjórnun í starfsemi vöru-flutningafyrirtækja. Áætlað er að slíkt geti minnkað CO<sub>2</sub>-losun frá þessum farartækjum um 10% á einum áratug.

### 9.1.7 Rannsóknir og þróun

Varðandi tækniþróun getur Ísland lagt sitt af mörkum við tilraunir með notkun vetnis sem orkugjafa og lagt er til að stuðningur og hvatning stjórnvalda hérlendis til þeirrar þróunar verði eflað. Þá þarf að styðja tilraunir og rannsóknir á notkun annarra orkugjafa fyrir bifreiðar (t.d. rafbíla og





Mynd 30. Áætluð losun allra gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum til 2030 („háspá“ bílaumferðar).

blendingsbíla), svo sem með niðurfellingu aðflutningsgjalda og/eða niðurgreiðslu á orku, og gera úttekt á rekstrarlegri hagkvæmni slíkra farartækja í almennum akstri.

Ef ákveðið verður af hálfu stjórnvalda að velja og nota ákveðnar aðgerðir til að reyna að hafa áhrif á CO<sub>2</sub>-losun frá umferð er brýnt að kanna og gera úttekt á líklegum áhrifum einstakra aðgerða, svo sem í tonnum CO<sub>2</sub> á ári og kostnaði við að ná ákveðnum markmiðum með þeim aðgerðum. Ýmist er þar um að ræða gagnasöfnun erlendis frá eða úttekt á séríslenskum aðstæðum.

## 10 Niðurstöður og markmið

Ýmislegt bendir til þess að losun gróðurhúsalofttegunda (GHL) frá bílaumferð á Íslandi sé í sögulegu hámarki um þessar mundir og muni lítt vaxa úr þessu. Ástæða er til að ætla að á næstu árum muni fara að draga úr henni aftur vegna þess að meðaleidsneytisnotkun bifreiða mun væntanlega minnka hraðar en sem nemur vexti heildarumferðar á landinu. Ekki er heldur líklegt að losun vegna innanlandsflugs aukist, heldur muni tækniframfarir vega upp hugsanlega aukningu í farþegaflutningum. Ekkert bendir heldur til að strandsiglingar muni aukast. Samtals var losun CO<sub>2</sub> frá samgöngum um 665 þús. tonn árið 1999 og sennilega nálægt 670 þús. tonn árið 2000 (vegir 92%, flug 5%, skip 3%). Skýrsluhöfundar telja fremur ólíklegt að losunin eigi eftir að fara mikið yfir 700 þús. tonn á ári. Hér er ekki tekið tillit til gasolíu sem afgreidd er frá olúbílum beint á tæki og vinnuvélar af ýmsu tagi, enda telst sú notkun varla til samgangna. Í tölum frá Hollustuvernd

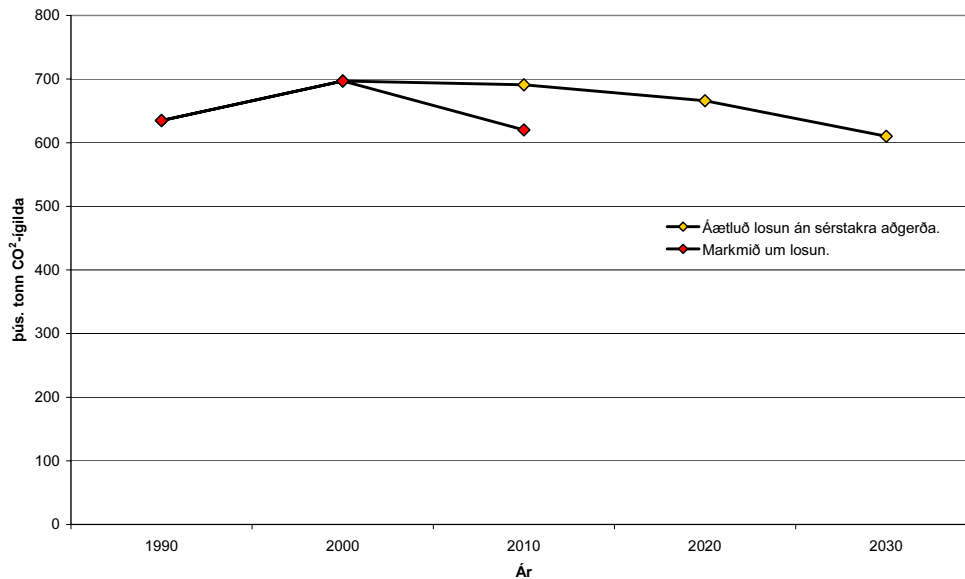
ríkisins er þessi gasolía öll talin til vegasamgangna og er losun CO<sub>2</sub> því þar talin töluvert meiri en hér er gert. Munar þar um 95 þús. tonnum af CO<sub>2</sub> árið 1990 og um 150 þús. tonnum 1999.

Árið 1990 nam CO<sub>2</sub> losun frá samgöngum samtals tæpum 626 þús. tonnum. Hér framar í skýrslunni var því spáð að losun frá bílaumferð verði 600-620 þús. tonn árið 2010. Ef tölur fyrir flug og strandsiglingar frá 1999 eru notaðar óbreyttar næstu 10 ár, 50 þús. tonn á ári, verður heildarlosun frá samgöngum árið 2010 um 660 þús. tonn (**mynd 29**). Það er rúmlega 5% aukning frá 1990.

Ef öðrum gróðurhúsalofttegundum er bætt við en þær hafa vaxið úr rúmlega 1% af losun frá samgöngum 1990 í um 4% árið 2000 (áætlað 5% árið 2010), þá vex heildarlosun í CO<sub>2</sub>-ígildum úr 635 þús. tonnum 1990 í tæp 700 þús. tonn árið 2000 og fer síðan hægt minnkandi. Þessi áætlun er sýnd á **mynd 30**. Samkvæmt henni verður losun gróðurhúsalofttegunda árið 2010 um 690 þús. tonn eða tæplega 9% meiri en hún var 1990.

Pótt framangreind niðurstaða sé innan viðunandi marka er töluverð óvissa tengd þessari spá. Skýrsluhöfundar telja því nauðsynlegt að sett verði markmið um sér-tækar aðgerðir til að draga enn frekar úr losuninni.

Í fyrsta lagi er lagt til að nauðsynlegar breytingar verði gerðar til að auka á næstu árum hlut dísilfólksbíla í innflutningi bifreiða. Þeir eru nú einungis um 9% af öllum minni bílum á skrá (þ.e. bílum undir 4 tonn að þyngd) en í mörgum Evrópuríkjum eru þeir allt að 50% bílaflotans. Síðustu ár hefur hlutfall dísilbíla í nýskráningum aukist í 20-25% af árlegum innflutningi en það eru mest jeppar. Lagt er til að markmiðið fyrir 2010 verði að hlutur dísilbíla verði um 45% af árlegum innflutningi minni fólksbifreiða. Það þýðir um 50 þús. tonna minni CO<sub>2</sub>-losun en verður



Mynd 31. Áætluð losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum 1990-2030 („háspá“ bílaumferðar).

með óbreyttu hlutfalli bensín- og dísilbíla. Losun frá dísilvélum er 25-30% minni en frá bensínvélum miðað við jafnpunga bíla.

Samkvæmt langtímaáætlun í vegagerð verður lagt bundið slitlag á ca 780 km af malarvegum til ársins 2010. Það mun minnka CO<sub>2</sub>-losun um ca. 3 þús. tonn miðað við óbreyttan akstur. Þessi minnkun er hins vegar þegar komin inn í hina almennu spá sem byggist á þróuninni í bensíneyðslu undanfarið áratug. Mikilvægt er að staðið verði við langtímaáætlunina. Einnig munu aðrar framkvæmdir við vegakerfið, svo sem stytting leiða og gerð jarðganga í stað fjallvega, draga úr losun.

Lagt er til að unnið verði að samhæfingu umferðarljósa í gatnakerfi höfuðborgarsvæðisins ásamt könnun á breytingu skipulags og landnýtingar sem getur dregið úr bifreiðanotkun. Einnig þarf að huga að möguleikum á að auka hlut almenningssamgangna og hafa ýmsar hugmyndir þar að lútandi verið reifaðar á síðustu misserum. Ef unnt er með slíkum aðgerðum að draga úr CO<sub>2</sub>-losun á svæðinu um u.þ.b. 3 % þýðir það um 10 þús. tonn á ári.

Upplýsingar, fræðsla og þjálfun er ein megin aðferðin sem stjórnvöld margra annarra ríkja ætla að beita til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda, eins og rakið var framfar í skýrslunni. Höfundar leggja til að gripið verði til sömu aðgerða hér á landi. T.d. hefur verið sýnt fram á allt að 15% eldsneytissparnað með breyttu aksturslagi, bæði minni og stærri bifreiða. Hér er miðað við að aðgerðir af þessu tagi geti skilað um 3% minni losun á landsvísi eða um 20 þús. tonnum.

Náist framangreind markmið með sértækum aðgerðum mun það þýða um 80 þús. tonnum minni losun gróðurhúsalofttegunda árið 2010 en ella hefði orðið eða

minnkun um 10%. Losunin yrði þá um 620 þús. tonn eða heldur minni en hún var 1990 (**mynd 30**), sem lagt er til að verði markmið stjórnvalda í losun frá samgöngum. Þetta er u.þ.b. 350 þús. tonnum minni losun en miðað hefur verið við fram til þessa út frá þróun mála á síðasta áratug. Skýrast um 150 þús. tonn af því að þar er tekin með öll gasolía sem afgreidd er frá olíubílum en hér er reiknað með að 80% af henni fari á tæki og vinnuvélar og eigi því ekki að teljast með losun frá samgöngum. Síðan er spáð 200 þús. tonnum minni losun frá umferðinni, eins og fram kemur hér á undan.

Gæta þarf þess, að þær aðgerðir sem gripið verður til séu hagkvæmar (*cost-efficient*). Unnt er að setja ákveðið viðmiðunarverð á hvert tonn af CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO o.s.frv., og hámarkskostnaður við að draga úr losun þarf að taka mið af því. Sem dæmi má taka að í verkefni á vegum ESB, nefnt Cantique, er meðalkostnaður við aðgerðir sem ekki eru tæknilegs eðlis (reglugerðir, stjórnun og stýring, bílastæðagjöld, veggjöld o.s.frv.) talin vera um 35.000 kr. á tonn af CO<sub>2</sub>. Samkvæmt því mættu aðgerðir til að minnka CO<sub>2</sub>-losun frá umferð á Íslandi um framangreind 80.000 tonn, kosta tæpa 3 milljarða króna. Ef aðeins er miðað við 9 ódýrustu aðferðirnar í Cantique-verkefninu er upphæðin um 1 milljarður króna.

Hér skal bent á það mikilsverða atriði að vetnisvæðing innan samgöngugeirans hefjist fyrir árið 2010, sem gæti breytt framangreindri áætlun. Markmiðin fyrir árið 2030 hljóta að stefna til þess að bifreiðafлотinn losi þá nánast ekkert af gróðurhúsalofttegundum og að samgöngukerfið verði eftir það að þessu leyti að meira eða minna leyti sjálfbært. Alþjóðasamtök hafa að undanfögnu lagt aukna áherslu á að við fyrirhugaða rafmagns- og/eða vetnisvæð-

ingu samgöngutækja verði að taka með í reikninginn alla losun sem verður við framleiðslu slíkrar orku. Það hlýtur að beina augunum enn frekar að þeim löndum sem geta framleitt nýja orkugjafa á mengunarlausan hátt.

Eftir að losunarmarkmið hafa verið sett er mælt með því að farin verði sú leið að ábyrgð á losunarmarkmiðum hverrar greinar verði sett á greinina sjálfa. Í stjórnáætluninni þýðir þetta m.a. að samgönguráðherra verði falið að ná markmiðum er snúa að samgöngum, að sjálfsögðu í góðri samvinnu við umhverfisráðuneyti og önnur ráðuneyti. Þetta er leið sem Þýskalend og Svíþjóð hafa farið og er mjög í anda hinnar svokölluðu mengunarbótareglu sem áður var lýst.

Það er von höfunda að skýrsla þessi vekji menn til umhugsunar um vandamál sem snerta losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum á Íslandi. Til þess er leikurinn gerður. Næsta skref ætti að vera að setja fram framkvæmdaáætlun þar eð vandinn sem hér hefur verið lýst er raunverulegur, og undan honum verður ekki vikist. Því fyrr sem hafist er handa því betra!

## 11 Áætlun um aðgerðir, tillögur

Miklar breytingar eru framundan á orkunotkun í samgöngum á næstu áratugum. Eftirspurn eftir samgöngum mun stöðugt aukast en birgðir jarðefnaeldsneytis eru ekki óþrjótandi og verð þess mun hækka enn frekar á næstu áratugum. Jafnframt veldur brennsla eldsneytisins afar óheppilegu útstreymi gróðurhúsalofttegunda sem er óviðunandi til lengri tíma litið. Nýir orkugjafar þurfa að koma til en meðan þeir hafa ekki komið til sögunnar þarf að leita allra leiða við að takmarka óæskileg umhverfisáhrif frá brennslu jarðefnaeldsneytis. Það er því ljóst að hefja verður undirbúning aðgerða til að hafa áhrif á þróun mála hérlandis, eins og gert er nú þegar víða um heim.

Mikilvægt er að nýta alla möguleika „mýkri aðgerða“ (upplýsinga, fræðslu, tilmæla, kynninga) til fullnustu áður en gripið er til harðari aðgerða (boða, banna, sérstakrar gjaldheimtu) sem geta dregið úr framtaki og hagvexti í þjóðfélaginu. Hér verða lögð fram drög að efnispáttum aðgerðaráætlunar næstu árin. Skýrt skal tekið fram að hér er eingöngu um fyrstu hugmyndir að ræða sem þarf að útfæra betur. Það er hins vegar skoðun höfunda að undan því verði ekki vikist að gera slíka áætlun og hrinda í framkvæmd.

1. a. Á árinu 2001 verði tekin ákvörðun um að jafna skatthlutfall minni dísilbifreiða og bensínbifreiða.

- b. Þess verði gætt að eingöngu verði fluttar inn dísilbifreiðar er standast ströngustu kröfur hvað varðar útstreymi smærri sótagna. Ef til vill er þegar mögulegt að miða við kröfur ESB sem líklega koma til framkvæmda 2004-2005.

Kostnaður vegna þessa verður væntanlega nokkur en fer að mestu eftir því hvernig tekst að útfæra ný innheimtakerfi. Hafa verður í huga að núverandi innheimtakerfi eru líka kostnaðarsöm. Ekki er hér gert ráð fyrir að tekjur ríkissjóðs skerðist að neinu marki.

2. a. Gjaldheimta af bifreiðum verði endurskoðuð. Mörkuð verði sú stefna að hækka verð orkufrekra bifreiða en lækka verð þeirra sparneytnari. Miðað verði t.d. við útstreymi CO<sub>2</sub> í g/km en þær upplýsingar er framleiðendum skylt að veita skv. reglum ESB.
- b. Þess verði gætt að hækka ekki heildarskattlagningu á bifreiðar við innflutning og æskilegt væri að innbyrðis breyting á fyrirkomulagi skattlagningar kæmi eyðslugrenni bifreiðum jafnvel enn frekar til góða.
- c. Innflutning gamalla bifreiða, sem menga mikið, ætti að takmarka með háum gjöldum.
- d. Kanna þarf gildi þess að greiða fyrir förgun eldri bifreiða sem menga mun meira en nýrri árgerðir.
- e. Mikilvægt er að innflutningur nýrra bifreiða haldist jafn og stöðugur, og bílaflotinn endurnýjst, til þess að tækniframfarir skili sér í minnkandi losun.

Þegar jöfnun gjalda átti sér stað fyrir nokkrum árum var meginröksemin sú að verði væri að afnema neyslustýringu og að þyngri bifreiðar væru að öðru jöfnu öruggari í umferðinni. Þetta kann að hafa verið rétt á þeim tíma, en nú eru breyttar aðstæður. Krafa um minna útstreymi gróðurhúsalofttegunda er orðin áþreifanleg, sbr. Kyotobókunina, og minni bifreiðar eru mun öruggari farartæki en áður.

3. Samgönguráðuneytinu og stofnunum þess verði falið ábyrgð á að ná markmiðum um útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum. Ákvörðun um þetta verði tekin sem fyrst og ekki síðar en haustið 2001. Þetta er lagt til í ljósi þess að afar brýnt er að skilgreina ábyrgðina greinilega í stjórnáætluninni í stað þess að mörk ábyrgðar séu óskýr milli hinna ýmsu ráðuneyta og stofnana.
4. Ekki verði hvikað frá stuðningi við framtak á sviði þróunar nýrra orkugjafa og hann jafnvel aukinn. Nú þegar er í gangi verulegt átak um nýtingu vetnis í

samvinnu margra aðila á vegum fyrirtækisins Nýorku. Rétt er þó að horfa til allra átta í þessu sambandi. Nú er t.d. þekkt að BMW hefur tekist að þróa venjulegan brunahreyfil til þess að brenna vetni. Ef til vill er hér á ferðinni millistig sem gæti gagnast okkur Íslendingum. Við þurfum einnig að fylgjast vel með tækniþróun rafmagnsbifreiða, svo eitthvað sé nefnt. Áhugaverð notkun metan á bifreiðar hólendis er þegar hafin og kanna þarf útbreiðslumöguleika þess orkugjafa enn frekar. Gera þarf ráð fyrir fjármunum úr ríkissjóði næstu árin til rannsókna og þróunar á þessu sviði. Ef til vill gæti hér verið um tilfærslu fjármuna að ræða.

5. Hafa þarf samgöngumál og orkusparnað ofarlega í huga í svæðis- og aðalskipulagi með að markmiði að stytta akstursleiðir og draga úr akstursþörf. Nefna má hjólréiða- og göngustíga í þessu sambandi. Hér þarf að koma til aukin samvinna samgöngu- og skipulagsyfirvalda. Lagt er til að viðkomandi yfirvöld fjalli um þetta álitæfni sérstaklega sem fyrst.
6. Ráðist verði nú þegar í að kanna gagnsemi þess að samhæfa umferðarljós á stofnbrautum höfuðborgarsvæðisins með nútímatækni. Athugun þessari verði lokið sem fyrst í samvinnu Vegagerðar og sveitarfélaga á höfuðborgarsvæðinu. Komi í ljós að samþætting umferðarljósa geti leitt til minna útstreymis gróðurhúsalofttegunda, auk þess að umferð verði greiðari, er mælt með fjárveitingu til að hrinda málinu í framkvæmd. Um verði að ræða sameiginlega fjármögnun aðila.
7. Óhikað verði haldið áfram á þeirri braut að leggja bundið slitlag á vegi landsins og vegalengdir stytta þar sem að hagkvæmt þykir.
8. Haldi ökumenn sig innan marka löglegs hámarks- hraða er stuðlað að auknu öryggi í umferð og minni mengun. Fræðsla um þetta gífurlega heilsufarsvandamál sem tengist umferðarslysum og mengun og aukin notkun sjálfvirkra hraðamyndavéla eru aðeins dæmi um aðgerðir sem eru mögulegar.
9. Stórauka þarf fræðslu og upplýsingar um rétt aksturslag og hegðun ökumanna, viðhald bifreiða og fjárhagslega hagkvæmni þess að velja sér umhverfisvænni farartæki. Hefja þarf fræðslu sem fyrst í skólakerfinu. Til þessa verkefnis þarf að veita næga fjármuni. Verkefni þetta hefjist ekki síðar en í byrjun árs 2003.
10. Í því skyni að velja réttar aðgerðir til að stemma stigu við mengun og útstreymi gróðurhúsaloftteg-

unda frá samgöngum er nauðsynlegt að verja nægum fjármunum til rannsókna á hagkvæmni mismunandi kosta. Rannsóknir þurfa bæði að vera á sviði tækni og hagfræði. Ekki þarf að vænta annars en að þeir fjármunir skili sér margfalt til baka í vandaðri stefnumörkun og betur ígrunduðum aðgerðum. Meðal annars þarf að kanna vel möguleika á aukinni notkun almenningssamgangna.

11. Tryggt verði að ætíð sé fylgst vel með öllum breytingum á mæligildum er snerta mengun og útstreymi frá samgöngum. Nýtt verði t.d. reynsla af TERM-verkefni ESB (Transport and Environmental Reporting Mechanism) í þessu skyni. Heildarskipulagi verði komið á 2003.
12. Þegar verði hafinn undirbúningur að frekari aðgerðum til minnkunar útstreymis gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum á Íslandi í framtíðinni og væri ef til vill hægt að miða við árið 2030 í þessu sambandi. Rannsókn- og þróunarstarf er mjög mikilvægt á þessu sviði. Hér koma til álita m.a. aðgerðir á sviði gjaldtöku af umferð miðað við stað og stund notkunar, „user charging“. Þannig verði gjaldtakan miðuð beint við þann umhverfiskostnað sem til fellur í hvert sinn og byggist á kílómetragjaldi, líkt og í núverandi þungaskattskerfi. Nútímatækni mun gera þennan gjaldtökumáta mögulegan í öllum bílum innan fárra ára. Notendagjöld af þessu tagi gætu miðast við fleiri þætti en beinan umhverfiskostnað. Þannig gæti gjaldtaka af flutningabifreiðum t.d. miðast við fjöðrunarbúnað bílsins en ein tegund fjöðrunar (loftfjöðrun) hlífir vegunum betur en aðrar gerðir. Gjöld fyrir akstur í þéttbýli gætu verið hærri á álagstímum en öðrum tímum sólarhringsins o.s.frv. Tilgangurinn er fyrst og fremst sá, að fá ökumenn til að velja hagkvæmstu farartæki, akstursleiðir og aksturstíma, miðað við umhverfisáhrif, umferðarálag og slit á vega- og gatnakerfi, þannig að beinna samband verði milli greiðslu fyrir notkun umferðarmannvirkja og kostnaðar umhverfis og samfélags af þeirri notkun.
13. Mælt er með því hér að Íslendingar setji sér óhikað það markmið að árangur í takmörkun á losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum verði á borð við það besta sem gerist í heiminum. Tekið skal þó mið af íslenskum aðstæðum og ekki stefnt í hættu hagkvæmni og hagsæld í samfélaginu.

## 12 Heimildir

- BP: *BP Amaco alive*. Júní 2000.
- Fiskifélag Íslands: *Orkunotkun og fiskveiðar 1990-1997*. Nóvember 1999. Guðbergur Rúnarsson.
- ECMT: *Benchmarking in transport*. París, 2000.
- ECMT: *Efficient taxation in transport*. París, 2001.
- ECMT: *Sustainable Development, Vehicle emission Trends*. ECMT, 2000.
- ECMT: *Sustainable Transport Policies*. ECMT 2000.
- ECMT: *Sustainable Transport. Report on the ECMT-ACEA-OICA Joint Conference of Turin: „Smart CO<sub>2</sub> Reductions“*. ECMT, mars 2000.
- ECMT: *Quantifying CO<sub>2</sub> Abatement Policies*. ECMT, 2000.
- Hollustuvernd: *Ýmsar skriflegar og munnlegar upplýsingar 2000-2001*.
- ISIS: *Cantique - Non Technical measures; what they are and how they can significantly contribute to the improvement of air quality in European cities*. Instituto di Studi per l'Integrazione dei Sistemi, 2000.
- NHO-Transportbrukernes Fellesorganisasjon: *Transport & miljø-fakta og strategier*. Oslo, júní 1995.
- Nordisk Ministerråd: *Bæredyktig udvikling-en ny kurs for Norden*. TemaNord 2001:505.
- OECD: *est! Environmentally Sustainable Transport*. Ýmsar bakgrunnsskýrslur frá árunum 1996-2000.
- OECD: *est! Environmentally Sustainable Transport. Synthesis Report*. Samantekt OECD um sjálfbærar samgöngur -EST. Lögð fram á alþjóðlegri ráðstefnu 4.-6. október 2000 í Vín, Austurríki.
- OECD: *Expert Group on the Costs and Benefits of Strategies for Air Quality Improvements. Analytical Methods of Road Transport Sector Strategies to Reduce Greenhouse Gas Emissions*. OECD, maí 2001.
- OECD: *Policies to enhance sustainable development*. OECD, janúar 2001.
- OECD: *The 2001 MCM analytic report on sustainable development*. OECD, apríl 2000.
- Orkuspárnefnd: *Ýmsar skriflegar og munnlegar upplýsingar 2000-2001*.
- SIKA: *Inriktningiplaneringen och koldioxidpolitiken*. Septembar 1999.
- Sameinuðu þjóðirnar: *Commission on sustainable Development. Transport*. Report of thje Secretary General. Apríl 2001.
- Samgönguráðuneytið: *Starfshópur um takmörkun á útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum*. Greinargerð, maí 1998.
- Samgönguráðuneytið: *Ræða samgönguráðherra á Norræna orkupinginu í Osló 1999 um losun CO<sub>2</sub> á Íslandi*.
- Starfshópur Orkuveitu Reykjavíkur: *Vístvæn samgöngustefna fyrir Reykjavík og nágrenni*. Maí 2000.
- The Scottish Executive Development Department: *The Integrated Bill*. Febrúar 2000.
- The Stationery Office: *National climate change strategy Ireland*. Dublin, október 2000.
- Trafikministeriet: *Begrænsning af transportsektorens CO<sub>2</sub>-udslip - Regeringens handlingsplan*. Trafikministeriet 2001.

- Trafikministeriet: *Begrænsning af transportsektorens CO<sub>2</sub>-udslip*. Trafikministeriet 1999.
- Umhverfissráðuneytið: *Bréf umsjónarnefndar ráðuneyta með framkvæmdaáætlun ríkisstjórnarinnar vegna rammamnings Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar*. Maí 1998.
- Umhverfissráðuneytið: *Sjálfbær þróun í íslensku samfélag, framkvæmdaáætlun til aldamóta*. Umhverfissráðuneytið. Reykjavík, 1997.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. *Umferð á Íslandi, ekin vegalengd*. Drög að greinargerð fyrir Vegagerðina. Október 2000.
- Vísindanefnd um loftslagsbreytingar: *Veðurfarsbreytingar og afleiðingar þeirra. Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar*. Umhverfissráðuneytið, Reykjavík, 2000.
- Väg- og Transportforskningsinstitutet: *Utvecklingen av transportsektorns utsläpp av CO<sub>2</sub> från 1990 till 2010*. September 1999.
- World Health Organization: *Health costs due to road traffic-related air pollution*. WHO, 2000.
- World Resources Institute: *Oil as a finite resource*. Washington, 2000.

## 13 Orðaskýringar og heimasíður

- COP Conference of the Parties  
Ping aðildarríkja rammamnings S.P. um loftslagsbreytingar
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change  
Milliríkjanefnd um loftslagsbreytingar  
<http://www.ipcc.ch/>
- UNCED United Nations Conference on Environment and Development  
Heimráðstefna Sameinuðu þjóðanna um umhverfi og þróun
- UNEP United Nations Environment Programme  
Umhverfisstofnun Sameinuðu Þjóðanna  
<http://www.unep.org/>
- UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change  
Rammamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar  
<http://www.unfccc.de/>
- WMO World Meteorological Organization  
Alþjóðaveðurfræðistofnunin  
<http://www.wmo.ch/>



