



BÍLASTÆÐAHÚS SEM SAMGÖNGUMIÐJA OG KOLEFNISSPOR BÍLASTÆÐALAUSNA

Framtíðarhorfur og möguleikar bílastæðalausna

September 2026



Reykjavík

24550

Nr. útg.	Dagsetning	Unnið	Yfirfarið	Samþykkt
1	14.9.2026	BS/LSD	BS/LSD/GK	BS

Unnið af:

Bryndís Skúladóttir og Lilja S. Davíðsdóttir
VSÓ Ráðgjöf
Borgartúni 20, 105 Reykjavík

www.vso.is

**Unnið fyrir Reykjavíkurborg, með stuðningi Evrópusambandsins
og NetZeroCities**

Heimildaskrá

1	Inngangur – um verkefnið	3
2	Samantekt og helstu niðurstöður	4
3	Bílastæðahús sem samgöngumiðja	6
3.1	Hverfisbílalíf og sýndarbílastæði	6
3.2	Samgöngumiðjur (e. mobility hub)	8
3.2.1	<i>Haarlem í Hollandi</i>	8
3.2.2	<i>Lundur í Svíþjóð</i>	9
3.2.3	<i>Pijnacker í Hollandi</i>	9
3.2.4	<i>Eldri bílakjallari í Gautaborg</i>	10
4	Útreikningar á kolefnisspori bílastæðalausna	11
4.1	Almennt um lífsferilsgreiningar	11
4.1.1	<i>Fasar lífsferilsgreininga fyrir byggingar</i>	11
4.1.2	<i>Lífsferilsgreiningar skv. íslensku byggingarreglugerðinni</i>	12
4.2	Bílakjallari	12
4.2.1	<i>Forsendur fyrir skiptingu milli bílakjallara og íbúðarbyggingar</i>	13
4.2.2	<i>Magntölur</i>	13
4.3	Bílastæðahús	13
4.3.1	<i>Forsendur og stærðir</i>	14
4.3.2	<i>Magntölur</i>	14
4.4	Afmörkun, umfang og aðferð	15
4.4.1	<i>Markmið og umfang greininga</i>	15
4.4.2	<i>Aðgerðareining</i>	15
4.4.3	<i>Kerfismörk greininga</i>	15
4.4.4	<i>Líftími</i>	15
4.4.5	<i>Bakgrunnsgögn og hugbúnaður</i>	15
4.4.6	<i>Umhverfisáhrifaflokkar</i>	16
4.4.7	<i>Óvissa og takmarkanir</i>	16
4.5	Niðurstöður greininga	16
5	Breytingar á bílastæðahúsi og bílakjallara	17
5.1	Hringrásarhús	17
5.2	Hringrásarbílastæðahús	18
5.2.1	<i>Stuttgart í Þýskalandi</i>	19
5.2.2	<i>Wendlingen í Þýskalandi</i>	19
5.2.3	<i>Limburg í Hollandi</i>	20
5.2.4	<i>Bissen í Lúxemborg</i>	21
5.3	Áskoranir tengdar bílakjallara	21
6	Heimildaskrá	23

1 Inngangur – um verkefnið

Þessi skýrsla er ein af fjórum skýrslum og minnisblaði sem taka saman niðurstöður verkefnisins *Enabling City Transformations (ECT): Developing the Future of the Climate Neutral City*. Verkefnið var unnið í samstarfi Reykjavíkurborgar og VSÓ Ráðgjafar, með faglegri aðstoð NetZeroCities og fjármagnað af Evrópusambandinu í gegnum styrk sem Reykjavíkurborg fékk aðgang að á grundvelli loftslagsborgarsamnings borgarinnar.

ECT-verkefnið tengist markmiðum Reykjavíkurborgar um kolefnishlutlausna borg og þeirri umbreytingu sem þarf að eiga sér stað til að þeim verði náð. Samgöngur og ferðavenjur eru mikilvægur þáttur í þeirri þróun og ráðast meðal annars af skipulagi borgarinnar, aðgengi að ólíkum ferðamátum og hvötum sem hafa áhrif á ferðamátaval. Í verkefninu var sérstaklega horft til hlutverks bílastæða í þessu samhengi, enda getur framboð, staðsetning og útfærsla þeirra haft áhrif á ferðavenjur, landnotkun, uppbyggingu og kolefnisspor. Markmið verkefnisins var að auka þekkingu á þessum tengslum, vinna greiningar og leggja fram tillögur að verkfærum sem geta nýst Reykjavíkurborg við áframhaldandi stefnumótun. Viðfangsefnið var skoðað frá ólíkum sjónarhornum, meðal annars út frá reynslu og viðhorfum hagaðila, stefnumótun og stjórnækjum sveitarfélaga á norðurlöndum og umhverfisáhrifum mismunandi bílastæðalausna. Verkpættir verkefnisins tengjast innbyrðis og mynda saman grunn að ráðleggingum um áframhaldandi stefnumótun á sviði ferðavenju- og bílastæðamála.

Afrakstur verkefnisins er tekinn saman í fjórum skýrslum og minnisblaði:

- *Stefnumótun um breyttar ferðavenjur – greining á stefnu Reykjavíkurborgar og samanburður við norrænar borgir*: Heimildarýni á því hvernig mismunandi stefnur um bílastæði geta verið innleiddar með ólíkum hætti og rýni á gögnum sem liggja fyrir um áhrif á ferðavenjur. Greining á stefnu Reykjavíkurborgar um breyttar ferðavenjur og hlutverki bílastæðastefnu í því samhengi. Stefna Reykjavíkurborgar er borin saman við nálgun tveggja norrænna borga á svipaðri breiddargráðu, Þrándheims í Noregi og Umeå í Svíþjóð.
- *Bílastæðalausnir framtíðar – viðhorf samfélagsins*: Greining á viðhorfum til bílastæðalausna og breyttra ferðavenja, byggð á viðtölum við fasteignaþróunaraðila, fasteignasala, bankastarfsmenn og íbúa á þéttingarreitum. Markmiðið er að varpa ljósi á reynslu og sjónarmið ólíkra aðila og hvernig fyrirkomulag bílastæða getur haft áhrif á uppbyggingu, búsetu og ferðavenjur.
- *Bílastæðahús sem samgöngumiðja og kolefnisspor bílastæðalausna - Framtíðarhorfur og möguleikar bílastæðalausna*. Skoðuð er þróun í notkun bílastæðahúsa og hvernig þau hafa fengið nýtt hlutverk í skipulagi hverfa sem samgöngumiðja (e. mobility hub). Borið var saman kolefnisspor bílastæðahúss og bílakjallara. Einnig hvernig hringrásarhús geta haft áhrif á nýtingu bygginga sem og áskoranir sem oft liggja fyrir við hönnun bílakjallara.
- *Ferðavenjuspilið*: Minnisblað og gögn sem útskýra *Ferðavenjuspilið*, einfalt vinnustofumodel sem er sett upp og kynnt sem borðspil, þar sem þátttakendur eiga að velja saman aðgerðir til þess ná markmiði um breyttar ferðavenjur. Markmið spilsins er bæði að stýra umræðum, rannsaka viðhorf fólks til aðgerða en einnig er hægt að nýta það sem hluta af fræðslu og vitundarvakningu.
- *Ráðleggingar um stefnumótun um breyttar ferðavenjur*: Samantekt á helstu niðurstöðum verkefnisins þar sem dregnar eru saman ráðleggingar sem byggja á rannsóknum, greiningum og öðrum verkþáttum ECT-verkefnisins. Ráðleggingunum er ætlað að nýtast við áframhaldandi stefnumótun Reykjavíkurborgar um breyttar ferðavenjur og bílastæðamál.

2 Samantekt og helstu niðurstöður

Bílastæðahús þekkjum við helst við verslanir og þjónustukjarna. Hérlandis er lítil reynsla af miðlægum bílastæðahúsum í íbúðahverfum. Erlendis er reynsla komin af því að fækka eða fjarlægja bílastæði úr íbúðagötum og hafa bílastæði miðlægt fyrir hverfi í bílastæðahúsi.

Í þessum hluta ECT verkefnisins var vinnan þrífætt:

- **Skoða hver þróunin hefur verið í byggingu bílastæðahúsa og hvernig þau hafa fengið nýtt hlutverk sem samgöngumiðja (e. mobility hub) í skipulagi hverfa.** Skoðuð voru dæmi um hús sem þjóna fjölbreyttari tilgangi en að hýsa bíla.
- **Leggja mat á muninn á kolefnisspori bílastæða annars vegar í bílakjallara og hins vegar í bílastæðahúsi,** út frá kolefnisspori á bílastæði og kolefnisspori á fermetra.
- **Skoða hringrásar bílastæðahús, sem eru hönnuð þannig að hægt er að breyta þeim fyrir aðra notkun** ef þörf á bílastæðum minnkar í framtíðinni. Einnig að skoða hvaða áskorunum hönnuðir mæta þegar hanna á bílakjallara undir hús.

Frá aldamótum hafa verið byggð hverfi í Evrópu þar sem bílastæði eru miðlægt en ekki við íbúðarhús. Reynslan sýnir að með því að færa bílastæði frá íbúðagötum verða hverfi grænni, líflegri og meira rými er fyrir opin svæði og samverusvæði. Félagsleg áhrif eru betri tenging við nágranna og aukin samskipti. Bílastæðahús sem er einnig samgöngumiðja skapa enn frekari tækfæri fyrir íbúa til að tengjast og byggja upp gott samfélag í hverfinu. Þar er samgöngumiðja með góðu aðgengi að almenningssamgöngum og rými fyrir þjónustu svo íbúar geta nýtt ferðir í húsið til annars en að leggja bíl. Dæmi er einnig um eldri bílakjallara í miðbæjarkjarna sem var umbreytt í þjónustu við ferðir og flutninga á smærri faratækjum.

Markmið greiningar á kolefnisspori er að bera saman bílastæðakjallara og bílastæðahús til að sjá hvort mikill munur sé á kolefnissporinu. Útreikningar eru gerðir fyrir tvo mannvirki, annars vegar bílastæðakjallara undir íbúðarhúsnæði og hins vegar bílastæðahúss. Útreikningar sýndu að kolefnisspor fyrir bílastæðahúsið er lægra á hvert bílastæði en í bílastæðakjallara. Hins vegar er kolefnisspor á fermetra hærra fyrir bílastæðahúsið. Þetta skýrist af því að bílastæðahúsið er hannað með það í huga að hýsa eingöngu bíla og því er hægt að nýta hvern fermetra betur en í bílastæðakjallara undir húsi þar sem burðarvirki hússins og önnur rými taka pláss í kjallaranum.

Byggingarnar sem settar eru upp fyrir útreikningana eru einfaldar og bjóða ekki upp á mikinn sveigjanleika. Niðurstöður geta breyst talsvert ef tekið er tillit til annars vegar áskorana sem hönnuðir standa oft frammi fyrir við gerð bílakjallara og hins vegar ef bílastæðahús er hannað þannig að breyta megi því til annarrar notkunar síðar. Þessi atriði geta haft áhrif á kolefnissporið til hækkunar fyrir bílakjallara og ýmist til hækkunar eða lækkunar fyrir bílastæðahús.

Helstu niðurstöður sem horfa má til við skipulag bílastæða og bílastæðahúsa eru:

- **Kröfur í deiliskipulagi um bílahús ofanjarðar**
Skipulagsáætlanir leggja grunn að samgönguleiðum og bílastæðum í hverfum. Þar er því tækifæri til að sameina bílastæði í bílastæðahús. Horfa þarf heildstætt á skipulag hverfisins, akbrautir, göngu- og hjólaleiðir og tengja þær almenningssamgöngum. Samhliða þarf að styðja við fjölbreytta ferðamáta.
- **Greiðar og aðgengilegar leiðir milli bílastæðahúss og heimilis**
Huga þarf að því að hafa greiðar, aðgengilegar og aðlaðandi leiðir til að komast milli bílahúss og heimilis. Tryggja þarf að hægt sé að leggja hjólum og rafskútum í bílahúsi

og að mögulegt sé að aka að íbúðarhúsum þó ekki sé mögulegt að leggja þar, t.d. ef flytja þarf stærri hluti. Með því að bjóða upp á leigu á rafmagnsflutningahjólum sem auðveldar íbúum að flytja vörur frá bílastæðahúsinu að heimili sínu, er vandinn við „síðasta spottann“ að hluta leystur.

- **Ávinningur íbúa af fækkun bílastæða við hús**

Með því að færa bílastæðin frá íbúðarhúsum er hægt að nýta svæði sem annars færi undir bílastæði við hús, í þágu íbúa með grænum svæðum, leiksvæðum og íþróttasvæðum. Ávinningur af breytingunni verður ápreifanlegur og lífsgæði í hverfinu verða betri.

- **Bílastæðahús verði samgöngumiðja**

Skipuleggja hverfið þannig að bílastæðahúsið verði samgöngumiðja (e. Mobility hub) með góðu aðgengi að almenningssamgöngum og að þar verði rými fyrir þjónustu svo íbúar geti nýtt ferðir í húsið til annars en að leggja bíl.

- **Tryggja aðgang að almenningssamgöngum**

Tryggja þarf aðgengi að almenningssamgöngum þegar fyrstu íbúar flytja inn í nýtt hverfi svo þeir festist ekki strax í að fara ferða sinna á einkabíl. Veita má íbúum afslátt eða ókeypis aðgang að almenningssamgöngum til reynslu í nýjum hverfum, til að fólk reyni hvernig er að nýta þær áður en það festist í viðjum vanans að nota bílinn.

- **Taka frá svæði fyrir „sýndarbílastæði“**

Það getur verið erfitt að fækka stæðum og dæmi eru um að tekið er frá svæði fyrir „sýndarbílastæði“ þar sem hægt verður að bæta við stæðum ef bílahúsin anna ekki þörf. Þangað til verði svæðið grænt svæði opið fyrir almenning. Með þessu móti er ekki lokað á það að stæðum fjölgi ef íbúar kalla eftir því.

- **Hringrásarhús sem breyta má fyrir aðra notkun**

Auðvelda þróunaraðilum að byggja hringrásarhús sem er mögulegt að breyta fyrir aðra notkun ef eftirspurn eftir bílastæðum minnkar.

- **Huga að kolefnisspori bílastæða**

Niðurstöður verkefnisins sýndu að kolefnisspor á hvert bílastæði er ívið lægra fyrir bílastæðahús, enda er það hannað til þess að hýsa bíla og pláss er vel nýtt. Skoðað var dæmi um frekar einfaldan bílakjallara en í mörgum tilfellum er hönnun og bygging kjallara flóknari og þá getur kolefnisspor á hvert stæði í kjallara hækkað.

3 Bílastæðahús sem samgöngumiðja

Bílastæðahús eru í grunnin einfaldar byggingar með einn tilgang; að hýsa bíla. Kosturinn er að þau eru á nokkrum hæðum og þurfa minna landsvæði en ef sami fjöldi af bílastæðum er á jörðu niðri. Á síðustu árum hafa bílastæðahús þróast þannig að þau hafi víðtækara hlutverk í skipulagi hverfisins sem þau eru hluti af (Stedenbouw, 2024) (Car Parks, e.d.).

Þróunin í Evrópu er að byggja hús sem hafa fjölbreyttan tilgang og eru þau hugsuð sem samgöngumiðja, þar sem hægt er að skipta úr einum fararmáta í annan. Pláss er fyrir bíla og reiðhjól og góð tenging er við strætó, metró eða lest. Nokkur dæmi eru um að húsinn séu að hluta til verslunar- og þjónusturými eða hýsi samfélagsþjónustu og fái þannig félagslegt hlutverk. Á ensku er talað um „mobility hub“ en þar sem orðið bílastæðahús nær ekki vel utan um það svo hér verður notað orðið „samgöngumiðja“.

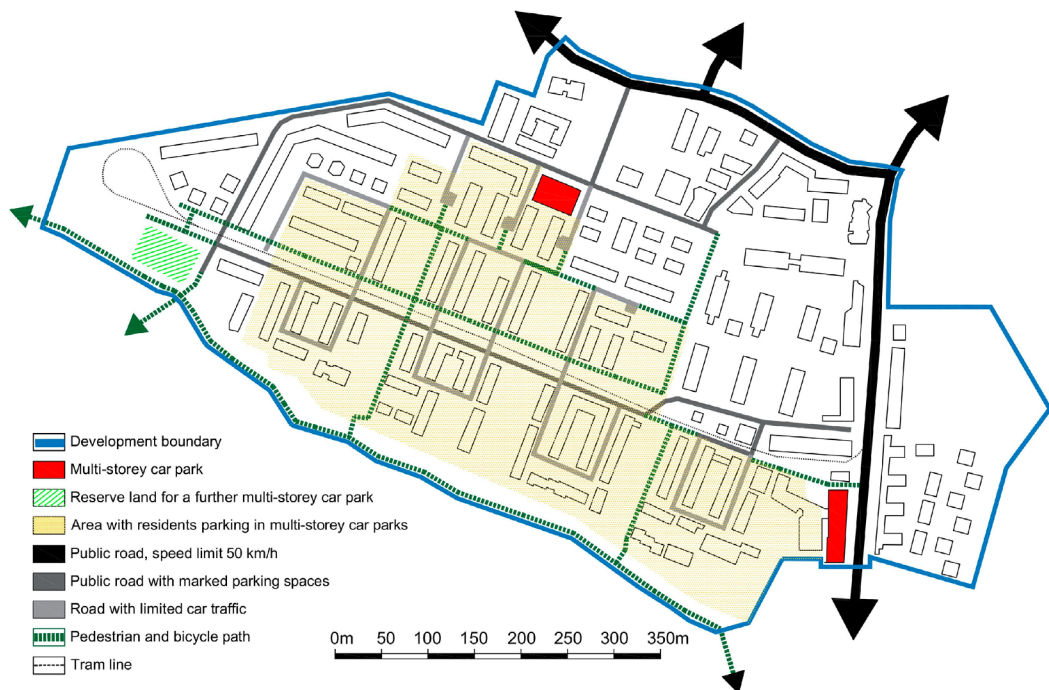
Með aðgengi að samgöngumiðju er íbúum auðveldað að lifa bíllausum lífstíl og þörf á landsvæði undir bílastæði minnkar. Hönnuðir taka mið af því að þörfin fyrir bílastæði gæti minnkað til framtíðar og oft eru húsinn því frá upphafi hugsuð þannig að hægt sé að breyta þeim að öllu leyti eða hluta fyrir aðra notkun, jafnvel þannig að auðvelt sé að færa veggir eða taka niður einingar.

Hús af þessu tagi geta verið hluti af hverfum sem eru vistvæn, sem lýsir sér m.a. í vali á byggingarefnum og áherslu á græn og fjölbreytt útisvæði. Hverfin eru sjálfbær um orku og ofanvatn er leitt á náttúrlegan hátt frá hverfunum. Með því að gera ekki ráð fyrir bílastæðum á lóðum skapast rými fyrir aðra notkun og s.s. í dvalarrými, græn svæði, leiksvæði og íþróttasvæði. Þök á bílastæðahúsi eru nýtt fyrir sólarsellur eða leiksvæði.

3.1 Hverfisbílahús og sýndarbílastæði

Hverfið Vauban í Freiburg í Þýskalandi var byggt í kringum aldamótin 2000. Þar var gerð tilraun með að gera sjálfbært og vistvænt borgarskipulag. Nú, meira en 25 árum síðar, er því gagnlegt að líta til reynslunnar af verkefninu (Szumilas, 2024) (Fraker, 2013).

Blandað er saman lausnum sem hvetja fólk til að nýta vistvænar samgöngur og letjandi fyrir einkabíla. Verkefnið var drifið áfram af íbúasamtökum sem tóku virkan þátt í að leysa hindranir, t.d. vegna lagakrafna um lágmarksfjölda bílastæða. Í stað bílastæða við íbúðarhús voru annars vegar reist tvö hverfisbílahús og hins vegar var tekin frá lóð fyrir þriðja bílastæðahúsið sem yrði byggt ef þörf væri á (Mynd 3.1). Talað var um „Virtual parking space“ eða sýndarbílastæði. Ekki hefur verið þörf fyrir fleiri stæði svo svæðið er í dag útivistarsvæði. Bílastæðahúsin eru í eigu íbúa sem geta keypt eða leigt stæðin.



Mynd 3.1: Skipulag umferðar um Vauban hverfið. Bílastæðahús eru merkt með rauðu. Lengst til vinstri á grænu svæði, er frátekið pláss fyrir bílastæði ef þörf er á, kallað „virtual parking space“. Enn í dag er svæðið opið svæði (Szumilas, 2024).

Engin bílastæði eru á lóðum íbúðarhúsa og það er bannað að leggja bílum á götunum en bílastæði eru við stofnanir og þjónustustaði. Tvö bílastæðahús eru í jaðri hverfisins og þar geta íbúar keypt bílastæði. Þeir sem skrifa undir yfirlýsingu um að eiga ekki bíl fá stuðning til að nota almenningssamgöngur og deilibíla. Almenningsamgöngur bjóða upp á góðar tengingar við miðborgina. Við þróun hverfisins var áhersla á að almenningssamgöngur væru strax í boði svo fyrstu íbúar væru ekki háðir bíl (Stadtteil Vauban, án dags.).

Bílaeign er um 150 bílar á hverja 1.000 íbúa í Vauban, en í Þýskalandi er það að meðaltali um 600 og allt niður í um 350 bílar á hverja 1.000 íbúa í stærri borgum með góðum almenningssamgöngum (Statistisches Bundesamt, 2026).

Plássið sem sparast þegar ekki þarf að leggja innkeyrslur og bílastæði við hvert hús gerði kleift að byggja þétt en þó er haldið í grænt yfirbragð þar sem hluti af plássinu fer í græn svæði (Mynd 3.2). Íbúar fengu til umráða svæði meðfram götu við þeirra hús sem annars hefði farið undir bílastæði.



Mynd 3.2: Íbúar í Vauban fá til umráða svæði við hús sitt sem annars færi undir bílastæði, gatan er opin fyrir gangandi og er notuð sem leiksvæði. Hægt er að aka upp að húsunum en ekki má leggja bílur í götunum.

Hverfið er skipulagt þannig að þjónusta er í göngufæri. Lítil umferð er í gegnum hverfið og hámarkshraði er 5 km/klst. og göturnar eru notaðar sem leiksvæði og gönguleiðir. Græn svæði, leikvellir, grillsvæði, íþróttavellir og fleira er á almennum opnum svæðum og almennt er lítið um malbikuð svæði. Þannig eru margir staðir þar sem fólk hittist, sem styrkir félagsleg tengsl íbúa. Húsin eru byggð með vistvænum hætti sem felst í vali á byggingarefnum, betri orkunýtni og orkusjálfbærni og innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna í hverfinu (Stadtteil Vauban, án dags.).

3.2 Samgöngumiðjur (e. mobility hub)

Í nýjum hverfum með lágt hlutfall bílastæða hefur gjarnan verið byggt á reynslu frá hverfum eins og Vauban sbr. hér að framan. Þróunin hefur verið sú að bílastæðahúsin fá fjölbreyttari tilgang en einungis að hýsa bíla og þjóna sem samgöngumiðja (en. mobility hub) með góðum tengingum við almenningssamgöngur og þjónustu fyrir hverfið. Sem dæmi hentar vel að hýsa þar pakkabjónustu, verslanir, kaffihús eða íþróttasvæði. Með því að bjóða leigu á rafmagnsflutningahjólum sem auðveldar íbúum að flytja vörur frá bílastæðahúsinu að heimili sínu, er vandinn við „síðasta spottann“ að hluta leystur. Þá er talað um samgöngumiðju sem mikilvægan hlekk í félagslegu umhverfi hverfisins.

Hér eru fjallað um þrjú hverfi í Hollandi og Svíþjóð þar sem samgöngumiðjur gegna mikilvægu hlutverki, og hægt er að draga lærdóm af hérlandis.

3.2.1 Haarlem í Hollandi

Byggingin „Elements mobility hub“, sem er í Elements hverfinu í Haarlem í Hollandi, er hugsuð sem félagsleg miðja í hverfinu með veitingahúsum, kaffihúsum, pakka-móttökustöðvum og annarri þjónustu (Car Parks, 2022). Þjónustan er á fyrstu hæð og bílastæði á eftir hæðum. Það styður bílalausn lífsstíl í Elements hverfinu með því að hafa bílastæði á einum stað þar sem einnig er boðið upp á aðgengi að öðrum samgöngumátum og þjónustu. Húsið er einkarekið og tengt hverfisuppbýggingu þróunaraðila (Stedenbouw, 2024).

Byggingin er hönnuð með sveigjanleika í huga; hægt er að stækka, flytja eða endurnýta hana, sem stuðlar að sjálfbærni og aðlögunarhæfu borgarumhverfi. Hugað er að umhverfisáhrifum með lifandi gróðri á húshliðum, hleðslustöðvum fyrir rafbíla og sólarcellum á þaki (Mynd 3.3).



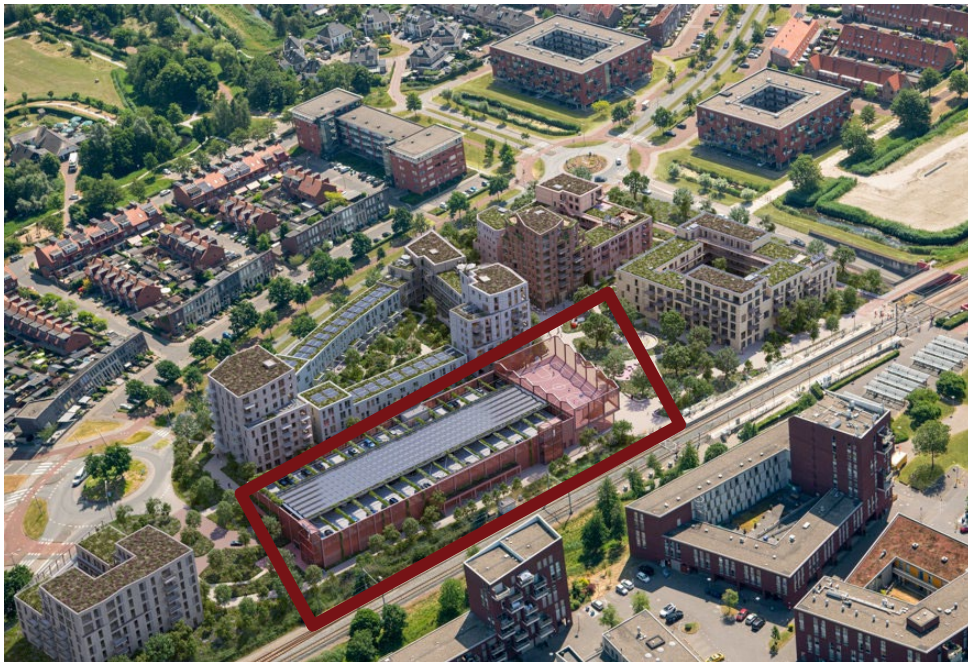
Mynd 3.3: Samgöngumiðja „Elements Mobility hub“ í Haarlem. Veitingastaðir og önnur þjónusta er á neðstu hæð og bíla- og hjólastæði á eftir hæðum.

3.2.2 *Lundur í Svíþjóð*

Hverfið Brunnsbölgur í Lund í Svíþjóð er skipulagt og hannað með þá sýn að þar verði gott að búa, starfa og koma í heimsókn. Byggt er á reynslu frá hverfum eins og Vauban (sjá kafla 3.1) með lágu hlutfalli bílastæða, engum bílastæðum við íbúðarhús en íbúar geta lagt í miðlægum hverfisbílahúsum (Jareklew, 2020). Þar er einnig pakkamóttaka og - afhending og ýmis önnur þjónusta sem íbúar sækja. Þessu til viðbótar þjóna bílastæðahúsin sem samgöngumiðja með deilíbílastöðvum, stæðum fyrir rafskutlur og rafmagnsflutningahjól (e. cargo bikes) sem íbúar geta leigt. Með því móti er vandinn við „síðasta spottann“ að hluta leystur, því íbúar geta leigt flutningatæki til að koma vörum og hlutum heim í hús. Húsið er byggt af sveitarfélaginu og rekið af Lunds Kommune Parking (Lunds Kommuns Parkerings AB, án dags.)

3.2.3 *Pijnacker í Hollandi*

Hverfið WijCK í Pijnacker í Hollandi er enn í byggingu (WijCK Pijnacker, án dags.) Þar verða um 350 íbúðir í fjórum byggingum. Hverfið er skipulagt með inngörðum í hverju húsi og opnu, bíllausu miðsvæði. Í hverfinu er samgöngumiðja sem gengur líka undir nafninu „SmartDock“. Þar eru 320 bílastæði og 500 hjólastæði, aðstaða til að hlaða rafbíla með raforku frá sólarcellum á þaki, afhendingarstaðir fyrir pakka, kaffihús og á þakinu er íþróttasvæði (Mynd 3.4). Með því að fjarlægja bíla úr göturými skapast rými til að hittast og leika sér og hefur það jákvæð áhrif á götumyndina og bætir lífsgæði í hverfinu. Þar sem fólk getur lagt bílum sínum og sótt þjónustu á einum miðlægum stað, verður hverfið líflegra, samskipti aukast og fólk finnur fyrir öryggi. Eignarhaldið er byggt á sama módeli og bílastæðahúsið í Elements í Haarlem, það er hluti af þróun hverfisins og einkarekið (Stedenbouw, 2024).



Mynd 3.4: Tölvugerð mynd af WijCK hverfinu, þar sem „mobility hub“ er milli fjögurra íbúðabygginga, afmarkað með rauðum kassa. Sjá má sólarcellur og útsvæði á þaki. Hægt er að aka að íbúðarhúsum meðfram hverfinu.

3.2.4 Eldri bílakjallari í Gautaborg

Í miðbæ Gautaborgar opnaði árið 2024 svokallað „Mobility hotel“ sem er staðsett í bílakjallara undir verslunarmiðstöð, sem var illa nýttur. Verkefninu er ætlað að styðja við breyttar ferðavenjur í miðbænum. Hugmyndin er að þjónustuaðilar geti komið á bíl, lagt honum í kjallaranum og leigt hjól, skutlu eða flutningshjól og farið á þeim inn í miðbæinn, t.d. sendlar, pakkaþjónusta og iðnaðarmenn. Notuð eru hugtök eins og léttar samgöngur eða örflutningar (e. mirobability, micrologistic). Fyrirtæki sem sinna flutningaþjónustu og tengdri starfsemi eru þar til húsa, m.a. viðgerðarþjónusta, skipti á rafhlöðum í smærri farartæki og flutningaþjónusta á hjólum (Mynd 3.5). Verkefnið er rekið af „Buisness Region Göteborg“ á vegum sveitarfélagsins og það er styrkt af Evrópusambandinu (Business Region Gothenburg, 2024) (Nordstan, án dags.).



Mynd 3.5: Hjólasendill með flutningavagn sem tekur allt að tvo rúmmetra í einni ferð (Pling Transport, án dags.).

4 Útreikningar á kolefnisspori bílastæðalausna

Fjölgun íbúa í Reykjavík undanfarin ár hefur leitt til aukinnar eftirspurnar eftir íbúðum og byggð er orðin þéttari. Eins og í mörgum öðrum evrópskum borgum er notkun einkabíla mikil, nokkuð er um umferðartafir og talsverð eftirspurn eftir bílastæðum. Til að bregðast við skorti á bílastæðum á götum í þéttbýli eru bílakjallarar undir íbúðarhúsum algeng lausn.

Í þessu verkefni var markmiðið að bera saman kolefnisspor bílastæða í annars vegar bílastæðahúsi ofanjarðar og hins vegar bílastæðum neðanjarðar. Þetta var gert með lífsferilsgreiningu (e. Life Cycle Assessment eða LCA), aðferðafræði sem metur umhverfisáhrif yfir allan líftíma byggingar. Í næstu köflum verður farið stuttlega yfir aðferðafræðina og kolefnisspor tveggja raunverulegra dæmi fyrir bílastæðakjallara undir íbúðarblokk og bílastæðahús.

4.1 Almennt um lífsferilsgreiningar

Lífsferilsgreining (LCA) er kerfisbundin aðferð til að meta umhverfisáhrif vöru, ferlis eða þjónustu á öllum líftíma hennar. Þessi aðferð er gagnleg til að skilja og lágmarka neikvæð umhverfisáhrif með því að greina allan líftíma vöru eða þjónustu, frá hráefnisvinnslu til förgunar. Í þessu verkefni er áherslan lögð á kolefnislosun, eða kolefnisspor.

Í greiningu á kolefnisspori er horft á bílastæðahús frá þröngu sjónarhorni; skoðað er hver munurinn er á byggingum sem hýsa jafn marga bíla en ekki er horft til samnýtingar, eða sérstaka byggingarmáta.

Við útreikningana var notar hugbúnaðinn One Click LCA, sem er mikið notaður við hönnun bygginga til að gera lífsferilsgreiningu. HMS (Húsnæðis-, mannvirkja og skipulagstofnun) hefur samþykkt One Click LCA til að gera lífsferilsgreiningar á Íslandi. Hugbúnaðurinn býður upp á gagnagrunn og greiningartæki til að framkvæma greiningarnar. Að bera saman kolefnisspor milli bílastæðahúss (ofanjarðar) og bílakjallara (neðanjarðar) felur í sér nokkur skref, svipað og hefðbundin LCA greining, en með áherslu á tiltekna þætti sem skipta máli fyrir þessar tvær gerðir bílastæðamannvirkja.

4.1.1 Fasar lífsferilsgreininga fyrir byggingar

Fasar lífsferilsgreiningar skiptast í A, B C og D fasa (Sjá Mynd 4.1).

- Fasi A er framleiðslu- og byggingarfasir. Þar eru skoðuð áhrif frá hráefnaöflun, flutning hráefna og framleiðslu byggingarefna, fasar A1-A3 oft kallað framleiðslufasi eða byggingarefni. Fasar A4-A5 eru byggingarframkvæmdarfasar en þar eru áhrif flutnings efna á byggingarstað og sjálf byggingarframkvæmdin metin.
- Fasi B er notkunarfasir og er skipt niður í 7 undirfasa. B1 notkun, B2 viðhald, B3 viðgerðir, B4 endurnýjun byggingarhluta, B5 endurbætur, B6 orkunotkun í rekstri og B7 vatnsnotkun í rekstri.
- Fasi C er niðurrifsfasir sem er í lok líftíma byggingarinnar. C1 nær yfir niðurrifið, C2 flutning úrgangs, C3 úrvinnsla úrgangs og C4 förgun úrgangs.
- Fasi D er síðan ávinningur utan kerfismarkna t.d. með endurnotkun, endurvinnslu og orkunýtingu efna eftir líftíma byggingarinnar.

Byggingarefni			Framkvæmd		Notkun					Lok líftíma				Áhrif utan kerfismarkna
A1 – Öflun hráefna	A2 – Flutningur til verksmiðju	A3 – Framleiðsla	A4 – Flutningur á verkstað	A5 – Byggingarframkvæmd	B1 – Notkun	B2 – Vðhald	B3 – Viðgerðir	B4 – Endurnýjun byggingarefna	B5 – Endurbætur	C1 – Niðurrif	C2 – Flutningur frá lóð	C3 – Meðhöndlun úrgangs	C4 – Förgun	D – Endurnotkun, endurnýting, endurvinnsla
					B6 – Orkunotkun í rekstri									
					B7 – Vatnsnotkun í rekstri									

Mynd 4.1: Fasar lífsferilsgreininga fyrir byggingar.

4.1.2 Lífsferilsgreiningar skv. íslensku byggingarregluglugerðinni

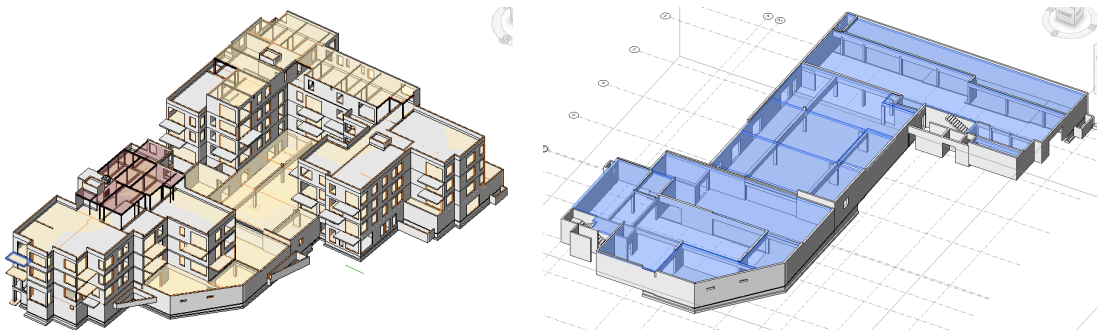
Í byggingarreglugerð er krafa sem snýr að lífsferilsgreiningum og hefur HMS gert sérstakar leiðbeiningar, varðandi t.d. hvaða byggingarhlutar skulu vera innifaldir í greiningunni og hvaða tímabil miða skal greininguna við.

Skilgreindur líftími lífsferilsgreininga er 50 ár sem er í samræmi við önnur Norðurlönd. Þetta er eingöngu árafjöldi sem notaður er við útreikninga í greiningum en ekki áætlaður líftími húss sem segir til um eftir hversu mörg ár mannvirki verður rífið.

Allir helstu byggingarhlutar og tækniakerfi skulu vera innifaldir í greiningunni; undirstöður, veggir, plötur, burðargrind, hurðir, þak, gluggar, stigar og rampar, gólf- og loftaefni, lyftur, rafmagns- og loftræsikerfi, og önnur kerfi.

4.2 Bílakjallari

Í þessu dæmi er skoðaður bílakjallari sem er undir tveimur fjögurra hæða staðsteyptum íbúðarblokkum (Mynd 4.2). Sameiginlegur bílakjallari er fyrir báðar byggingarnar sem tengir þær saman og í kjallara eru einnig tækniakerfi og geymslur. Bílakjallarin er að hluta undir báðum byggingum en nær út fyrir þær báðar að hluta og á milli þeirra. Sá hluti sem er undir garði er yfirbyggður með forsteyptum holplötum með járnbentu ásteypulagi. Rúmlega helmingur af veggjum bílakjallarans er niðurgrafinn, þ.e. með útveggjum undir jarðþrýstingi. Samtals er bílakjallarin um 1.325 m² með 46 bílastæðum, þar af fimm stæðum fyrir hreyfihamlað fólk.



Mynd 4.1: Skematísk mynd af íbúðarhúsum og bílakjallara undir þeim, sem notuð er til grundvallar í útreikningum á kolefnisspori bílastæða í bílakjallara.

4.2.1 Forsendur fyrir skiptingu milli bílakjallara og íbúðarbyggingar

Bílakjallari er hluti af húsi og til að áætla kolefnisspor bílakjallarans eingöngu þarf að meta hvaða byggingarhlutar eru vegna hans og hvað væri notað ef húsið væri án bílakjallara. Forsendur fyrir skiptingu burðarvirkis, annarra byggingarefna og orkunotkunar milli íbúðarbyggingar og bílakjallara eru eftirfarandi:

- Undirstöður bílakjallara sem eru undir húsunum tilheyra íbúðarbyggingu, undirstöður sem eru einungis undir bílakjallara tilheyra bílakjallara.
- Plata yfir bílakjallara sem er undir íbúðarbyggingu tilheyrir bílakjallara en samsvarandi flatarmál botnplötu undir þeim hluta tilheyrir þá íbúðarbyggingu.
- Samsvarandi, þá er plata yfir kjallara, sem er ekki undir íbúðarbyggingu, hluti af bílakjallara.
- Veggir og súlur sem afmarka og bera bílakjallara tilheyra bílakjallara, þ.m.t. allir steyptir veggir innan bílakjallara.
- Botnplata er 120 mm þykk en plötur yfir kjallara undir byggingum eru 240 mm þykkar. Holplötur yfir kjallara sem er ekki undir íbúðarbyggingu eru 265 mm þykkar með 60 mm ástepulagi.
- Lyftuhús og stigahús tilheyra íbúðarbyggingunni eru ekki tekin með í bílakjallara.
- Orkunotkun fyrir lýsingu og loftræsingu í kjallaranum tilheyra bílakjallara.

4.2.2 Magntölur

Heildar steypumagn er áætlað um 790 m³ og stálmagn um 69 tonn. Meðal stálmagn per rúmmetra er um 86 kg/m³. Tafla 4.1 sýnir skiptingu milli byggingarhluta og aðrir byggingarhlutar eru einnig listaðir upp.

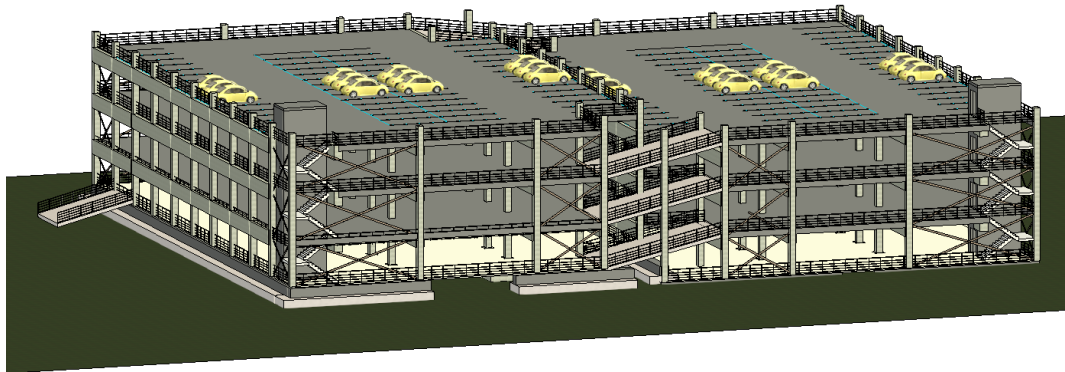
Tafla 4.1: Magn byggingarhluta í bílastæðakjallara.

Byggingarhluti	Steypa (m ³)	Stálstyrking (kg/m ³)
Undirstöður (undirstöðufætur)	25	2,5
Veggir (undirstöðuveggir og veggir)	311	28
Plötur (botn-, slakbentar- og holplötur og ástepulag)	453	38
Jetblásarar 4 stk.	-	-
Útsogsblásari 1 stk.	-	-

4.3 Bílastæðahús

Bílastæðahúsið er steypit burðarvirki, samsett að stærstum hluta úr forsteypum einingum (bitar og holplötur) og staðsteypum súlum og undirstöðum. Húsið er opið og því er ekki þörf á tæknikerfum öðrum en rafmagni fyrir lýsingu, niðurföllum og frárennslislögnum. Ekki er þörf á hurðum þar sem þetta er opið bílastæðahús (Mynd 4.3).

Hönnun hússins byggir á hönnunarlausnum sem hafa verið notaðar í sambærilegum bílastæðahúsum í Evrópu. Til að tryggja raunhæfan samanburð milli bílastæðahúss og hefðbundins bílakjallara, sem er hluti af íbúðarhúsum, var reynt að einskorða hönnun við steypit mannvirki.



Mynd 4.2: Skematísk mynd af bílastæðahúsi sem notuð er til grundvallar í útreikningum á kolefnisspori.

4.3.1 *Forsendur og stærðir*

Bílastæðahúsið sem fjallað er um hér er ímyndað en forsendur og uppbygging þess er í samræmi við gildandi reglugerðir sem og almennar byggingarhefðir. Bílastæðahúsið er fjögurra hæða bygging, samtals um 12.252 m² með 472 bílastæðum, þar af 16 stæðum fyrir hreyfihamlað fólk. Gert er ráð fyrir tveimur stæðum fyrir hreyfihamlaða við hverja lyftu á hverri hæð. Byggingin er útfærð á tveimur hæðarlegum sem skiptist til helminga (Mynd 4.3). Í byggingunni eru stigar og lyftur á báðum endum hússins, rampar við miðjan flöt á báðum hliðum og fyrir framan húsið til að auðvelda aðgengi á milli hæða.

Burðarvirki hússins er að mestu steipt, með þeirri undantekningu að stálkrossstífur og stálgirðingar eru við útjaðra byggingar og hæðarskil. Botnflötur á neðstu hæð hússins er malbikuð en gólf efri hæða eru úr forsteyptum holplötum með járnentu ásteypulagi til að tryggja skífuvirkni hvernar hæðar. Almennar forspennantar holplötur eða rifjaplötur valdar í álíka byggingar m.a. vegna lengri haflengdar og minni niðurbeygju. Valið var að notast við holplötur í þessu dæmi, en eins og nafnið gefur til kynna þá eru þær að hluta til holar að innan og forspennantar með strengjum úr há-styrktarstáli. Það gerir það að verkum að þær eru töluvert léttari en hefðbundnar staðsteyptar slak-bentar plötur af sömu þykkt. Í þessu dæmi er gert ráð fyrir 400 mm holplötum sem spanna allt að 11 metra.

4.3.2 *Magntölur*

Tafla 4.2 sýnir heildarmagn steypu í rúmmetrum fyrir hvern burðarhluta og magn járnbindingar fyrir tiltekinn burðarhluta, gefið upp á hvern rúmmetra. Gert er ráð fyrir ákveðinni óvissu vegna frágangs og tengijárna sem nemur 15%. Aðrir byggingarhlutar eru einnig listaðir upp.

Tafla 4.2: Magn byggingarluta í bílastæðahúsi.

Byggingarluti	Steypa (m ³)	Stálstyrking (kg/m ³)
Undirstöður- staðsteyptar (C35/40)	1410	90
Holplötur- forsteypt (C50/60)	4220	50
Ásteypulag - staðsteypt (C35/40)	850	90
KB bitar – forsteypt (C45/55)	1000	120
Súlur – staðsteyptar (C50/60)	230	150
Stigar – staðsteyptir (C35/40)	30	100
Plötur – staðsteyptar (C35/40)	20	100
Veggir – staðsteyptir (C35/40)	70	100
Rampar – staðsteyptir (C35/40)	190	100
Lyfta, 4 hæðir	-	-

4.4 Afmörkun, umfang og aðferð

4.4.1 Markmið og umfang greiningar

Markmið greiningarinnar er að bera saman kolefnisspor bílastæðakjallara og bílastæðahúss til að sjá hvort mikill munur sé á kolefnissporinu, bæði á fermetra og á bílastæði.

4.4.2 Aðgerðareining

Niðurstöður greiningarinnar felast í samanburði á kolefnisspori tilfellanna tveggja með kíló kolefnisspors á fermetra á ári (kg CO₂-íg/m²/ár) og kíló kolefnisspors á bílastæði á ári (kg CO₂-íg/bílastæði/ár). Þar sem byggingarnar eru mis stórar þá er kolefnissporinu deilt niður á fermetra flatarmáls og fjölda bílastæða til að geta borið saman niðurstöðurnar. Bílastæðakjallarinn er 1.325 m² með 46 bílastæðum og bílastæðahúsið er 12.252 m² með 472 bílastæðum.

4.4.3 Kerfismörk greiningar

Kerfismörk greiningarinnar segja til um hvaða lífsferilsfasar og byggingarlutar eru teknir með í greininguna. Farið var eftir leiðbeiningum byggingarreglugerðar og HMS varðandi hvaða fasar voru teknir með í greininguna (Mynd 4.1). Allir A fasar lífsferilsgreininga voru teknir með, þ.e. framleiðslu- og byggingarfasir, allir C fasar, þ.e. niðurrif og förgun og B fasarnir B4 endurnýjun byggingarluta og B6 orkunotkun í rekstri. Ekki voru teknir með fasar B1, B2, B3, B5, B7, þ.e. notkun, viðhald, viðgerðir, endurbætur og vatnsnotkun í rekstri í samræmi við leiðbeiningar HMS.

Kerfismörk greiningarinnar miðast við burðarvirki mannvirkjanna, en auk þess er tekin með orkunotkun vegna lýsingar og loftræsingar.

4.4.4 Líftími

Skv. samræmdri aðferðarfræði lífsferilsgreininga er skilgreindur líftími greininga 50 ár. Þetta er ekki áætlaður endingartími byggingar heldur eingöngu skilgreindur reiknitími sem notaður er í samanburðinum.

4.4.5 Bakgrunnsgögn og hugbúnaður

Burðarþolshönnuðir hönnuðu tilfelli tvö sem eru skoðuð og magntölur eru áætlaðar út frá hönnunargögnum þeirra. Lífsferilsgreiningin er gerð í hugbúnaðinum One Click LCA en hugbúnaðurinn byggir á stóru hluta af umhverfisyfirlýsingum (e. environmental product

declaration - EPD) sem eru í einföldu máli eins og lífsferilsgreining fyrir sérhverja byggingarvöru. Auk þess eru í gagnagrunninum meðaltalsgögn fyrir ýmsa hluti, m.a. meðaltalsgögn frá HMS. Fyrir orkunotkun var notast við hönnunargildi úr sambærilegum verkefnum.

Reikningar voru gerðir í One Click LCA sem var notað tólið *LCA for Iceland*.

4.4.6 Umhverfisáhrifaflokkar

Í þessari skýrslu er eingöngu verið að skoða kolefnissporið eða „Global Warming potential“. Niðurstöður eru settar fram í kg CO₂-íg/m²/ár og umreiknað yfir í CO₂-íg/bílastæði/ár. Kolefnissporið er einnig sundurliðað eftir fösum.

4.4.7 Óvissa og takmarkanir

Magntölur í burðarvirki var reiknað og er því um raungögn að ræða.

Erfitt reyndist að finna nákvæm gögn fyrir inn- og útsogsblásara í hugbúnaðinum og var því valdar heimildir sem áttu best við.

Til að reikna út kolefnisspor fyrir orkunotkun voru meðaltalsgögn HMS notuð.

4.5 Niðurstöður greininga

Í þessum kafla verða settar fram niðurstöður greininga á hvorum valkosti fyrir sig og einnig samanteknar niðurstöður.

Fyrir dæmin sem hér eru skoðuð er kolefnissporið fyrir hvert bílastæði lægra fyrir bílastæðahúsið sem svarar 6,15 kg CO₂-íg/bílastæði/ári. En ef borið er saman kolefnisspor á hvern fermetra er það hærra fyrir bílastæðahúsið heldur en bílastæðakjallara sem nemur 0,34 kg CO₂-íg/m²/ári. Þetta skýrist af því að þegar stæðum er deilt á heildarflatarmál bílakjallarans fæst 28,8 m²/bílastæði en í bílastæðahúsinu verða það tæpir 26 m²/bílastæði. Það fæst því betri nýting á plássi þegar húsið er hannað í þeim eina tilgangi að þar eigi að vera bílastæði. Í bílakjallaranum þarf að aðlaga kjallarárými undir íbúðarhúsum fyrir bílastæði. Hönnun hússins tekur fyrst og fremst mið af íbúðunum og bílastæðarárými þarf að taka mið af því.

Niðurstöður greiningar á kolefnisspori bílastæðakjallara sem lýst er í kafla 4.2 eru settar fram í töflu 4.3 og fyrir á kolefnisspori bílastæðahúss sem lýst er í kafla 4.3 eru settar fram í töflu 4.4. Heildarkolefnisspor á fermetra var reiknað 5,73 kg CO₂-íg/m²/ári fyrir bílastæðahús samanborið við 5,39 kg CO₂-íg/m²/ári fyrir bílakjallara. Reiknað á bílastæði var niðurstaðan 149,02 kg CO₂-íg/bílastæði/ári fyrir bílastæðahús samanborið við 155,17 kg CO₂-íg/bílastæði/ári fyrir bílakjallara.

Tafla 4.3: Niðurstöður greiningar á kolefnisspori fyrir bílastæðakjallara.

Fasi		Kolefnisspor	
		kg CO ₂ -íg/m ² /ár	kg CO ₂ -íg/Bílastæði/ár
A1-A3	Byggingarefni	3,11	89,57
A4	Flutningur á byggingarsvæði	0,40	11,40
A5	Byggingarframkvæmd	0,85	24,48
B4-B5	Viðgerðir og endurnýjun byggingarefna	0,02	0,53
B6	Orkunotkun	0,14	3,99
C1	Niðurrif	0,36	10,39
C2	Flutningur úrgangs	0,03	0,90
C3	Úrvinnsla úrgangs	0,00	0,01
C4	Förgun úrgangs	0,48	13,90
	Samtals	5,39	155,17

Tafla 2.4: Niðurstöður greiningar á kolefnisspori fyrir bílastæðahús.

Fasi		Kolefnisspor	
		kg CO ₂ -íg/m ² /ár	kg CO ₂ -íg/Bílastæði/ár
A1-A3	Byggingarefni	3,54	92,04
A4	Flutningur á byggingarsvæði	0,40	10,29
A5	Byggingarframkvæmd	0,85	22,10
B4-B5	Viðgerðir og endurnýjun byggingarefna	0,04	1,08
B6	Orkunotkun	0,03	0,77
C1	Niðurrif	0,36	9,38
C2	Flutningur úrgangs	0,03	0,82
C3	Úrvinnsla úrgangs	0,00	0,01
C4	Förgun úrgangs	0,48	12,55
	Samtals	5,73	149,02

5 Breytingar á bílastæðahúsi og bílakjallara

Byggingarnar sem notaðar eru sem forsendur í kolefnisútreikningum í kafla 4 eru dæmi-gerðar byggingar af þessu tagi, frekar einfaldar og bjóða ekki upp á sveigjanleika. Í þessum kafla er fjallað um annars vegar hvað þurfi til ef bílastæðahús er byggt þannig að breyta megi því fyrir aðra notkun og hins vegar hvaða áskorunum hönnuðir geta staðið frammi fyrir varðandi hönnun bílakjallara. Í báðum tilfellum eru þetta breytingar sem flækja hönnun, geta gert bygginguna dýrari og haft áhrif á kolefnisspor.

5.1 Hringrásarhús

Ef þróun í samgöngum fer á þann veg að bílanotkun minnkar, þá minnkar jafnframt þörf fyrir bílastæði fyrir einkabíla. Bílakjallarar eru almennt ekki hugsaðir þannig að þeir verði nýttir á annan hátt en sem bílastæði. Hins vegar eru til dæmi um bílastæðahús sem eru hönnuð þannig að hægt er að breyta þeim að öllu leyti eða hluta í íverurými, t.d. skrifstofuhúsnæði, iðnaðar- eða verslunarrými. Hér er skoðað að hverju þarf að huga ef breyta á hluta bílastæðahúss, sem fjallað er um í kafla 4.3, á þennan hátt.

Akstursleiðir milli hæða

Í bílastæðahúsi eru rampar fyrir akstur á milli hæða, í dæminu hér að ofan eru þeir staðsettir milli hæðaskila sitt hvoru megin í byggingunni. Annaðhvort þarf að endurhanna staðsetningu rampanna eða gera ráð fyrir mögulegri færslu þeirra ef nýting þess hluta, sem skrifstofu-, iðnaðar- eða verslunarrými á að vera sem best. Mögulega þarf líka að skoða hvort hægt sé að fella rampana niður á þeim svæðum sem breytt verður og leysa bílaumferð með öðrum hætti.

Titringur frá bílaumferð

Ef byggingin er nýtt að hluta undir aðra starfsemi en bílastæði þá mun fólk í rýminu verða vart við titring frá bílaumferð þegar ekið er á milliplötum eða þakplötum. Huga þarf að því að slíta þann hluta burðarvirkis sem keyrt er á frá þeim hluta sem ætlaður er til íveru, t.d. með tvöföldu burðarkerfi (plötuskil þar sem ásteypulagið er slitið). Þetta krefst oftast tvöfaldrar bita og mögulega tvöfaldrar súlna, sem leiðir til aukins efnismagns, kostnaðar og kolefnislosunar. Einnig þarf að skoða möguleika á deyfingu titrings með sérstökum milli-lögum eða dæmpun, sérstaklega ef um viðkvæma starfsemi er að ræða (t.d. skrifstofur, verslanir eða léttan iðnað).

Burðarþol við útjaðra byggingar

Gera þarf ráð fyrir sverari bitum og súlum við útjaðra vegna aukins álags frá útveggja-klæðningu eða veðurhjúp. Í bílastæðahúsinu eru notaðir sömu bitar og súlur alls staðar,

miðað við mesta álag, og því ekki þörf á aukningu. Yfirfara þarf hvort breytingar á útveggjum eða opnanleika þeirra kalli á breytingar á burðarvirki, t.d. staðsetningar á viðbótar flóttastigum eða hurðir sem verða settar inn síðar.

Aukinn innri þungi

Iðnaðar- eða verslunarrými geta krafist aukinnar „annarrar eiginþyngdar“ vegna innveggja og annarrar uppbyggingar (innréttinga, lofta o.s.frv.). Í dæminu er miðað við 0,5 kN/m² en algengt er að reikna með 1,0 kN/m² fyrir innveggi. Breytingar á gólfaðstöðu, t.d. lagfæringar til að ná réttu hallaleysi eða til að leggja ný gólfefni, hafa einnig áhrif og geta krafist aukins burðarþols – sérstaklega ef gert er ráð fyrir þungum vélum eða lagerhillum.

Staðsetning úrtaka fyrir lagnir

Gera þarf ráð fyrir úrtökum í holplötur og bita fyrir lagnir strax á hönnunarstigi, t.d. rafmagn, loftræsingu, frárennsli. Það er bæði einfaldara og ódýrara en að bora eftir á þegar lítið svigrúm er til staðar. Einnig þarf að huga að því hvort staðsetning stigahúsa, lyftu og þjónusturýma (t.d. sorpgeymslur og tæknirými) samræmist breyttri notkun. Þetta þarf að skoða með tilliti til staðsetningar á tæknirými sem öllu jafna þarf ekki í bílastæðahúsi.

Hæðarmunur gólfplatna

Bílastæðahús eru oft með meiri gólfhalla en almennt tíðkast í skrifstofu- eða verslunarrýmum. Gæta þarf þess að hægt sé að jafna gólfleti eftir þörfum og hvort það krefjist frekari uppsteypu eða lagfæringa á gólum þegar breytingarnar verða gerðar.

Aðkoma og aðgengi

Iðnaðar- og verslunarrými krefjast oft annars konar aðkomu en bílastæði, t.d. stærri hurða fyrir vörumóttöku, betra aðgengi fyrir gangandi vegfarendur og hugsanlega lyfta eða rampa fyrir hreyfihamlaða. Gera þarf ráð fyrir þessu í grunnskipulagi hússins.

Gluggar og náttúruleg lýsing

Bílastæðahús eru yfirleitt hönnuð með litlum opnunum, en iðnaðar- eða verslunarrými þurfa oft meiri náttúrulega lýsingu og útsýni. Meta þarf hvort og hvernig hægt sé að búa til gluggaop síðar án þess að hafa áhrif á burðarvirki. Í dæminu hér að framan væri t.d. hægt að útfæra ljósagarð milli hæðaskila húshelminga.

Eldvarnir og skilmálar

Breytt notkun kallar líklega á strangari kröfur um eldvarnir, brunahólf, slökkvibúnað og flóttaleiðir en gilda um bílastæðahús.

Hljóðvist og loftgæði

Íverurými þurfa betri hljóðvist og loftgæði en bílastæðahús (t.d. loftræsingu, hljóðdeyfa í loftum o.fl.) sem getur kallað á breytingar á burðarvirki vegna úrtaka fyrir lagnir.

Byggingarreglugerðir og skipulagsmál

Kanna þarf hvort aðalskipulag og deiliskipulag heimili breytingu á notkun húsnæðis, t.d. hvað varðar nýtingarhlutfall, bílastæðafjölda, hávaða og umferð.

5.2

Hringrásarbílastæðahús

Dæmi eru um að bílastæðahús séu byggð þannig að hægt verði að breyta þeim síðar fyrir aðra notkun, t.d. í skrifstofur, kennslustofur, viðburðarými eða íbúðir. Hönnun hringrásarhúsa miðar að því að lágmarka umhverfisáhrif allan líftíma byggingarinnar, minnka soun og að húsið geti nýst á annan hátt ef þarfir samfélagsins breytast. Hér er fjallað um slíkar byggingar í Þýskalandi, Hollandi og Lúxemborg. Byggingarnar eru gjarnan úr forsteyptum einingum sem hægt er að taka í sundur og setja sama á annan hátt, jafnvel á öðrum stað.

5.2.1 *Stuttgart í Þýskalandi*

Í nýlegu hverfi, Neckarpark, í Stuttgart í Þýskalandi eru takmarkaðir möguleikar á að gera neðanjarðar bílastæði vegna verndunar jarðhitasvæðis. Því var valið að byggja bílastæðahús sem er í eigu sveitarfélagsins (ASP Architekten, án dags.). Byggingin er hönnuð sem einingakerfi og hægt er að breyta einstökum hæðum í íbúðir, skrifstofur eða fyrir aðra starfsemi án þess að rífa húsið. Í húsinu eru hleðslulausnir bæði fyrir rafbíla og örugg hleðsla fyrir rafhjól. Lögð áhersla á hringrásarhagkerfi, sveigjanleika og græna orkuframleiðslu. Húsið er hringrásarbygging og mikill hluti byggingarefna kemur úr eldri byggingum sem rifnar voru á svæðinu (Stuttgart, 2025) (Mynd 5.1).



Mynd 5.1: Neckarpark í Stuttgart er sveigjanleg bygging, hönnuð úr einingakerfi og hægt að breyta henni í íbúðir eða atvinnuhúsnæði.

5.2.2 *Wendlingen í Þýskalandi*

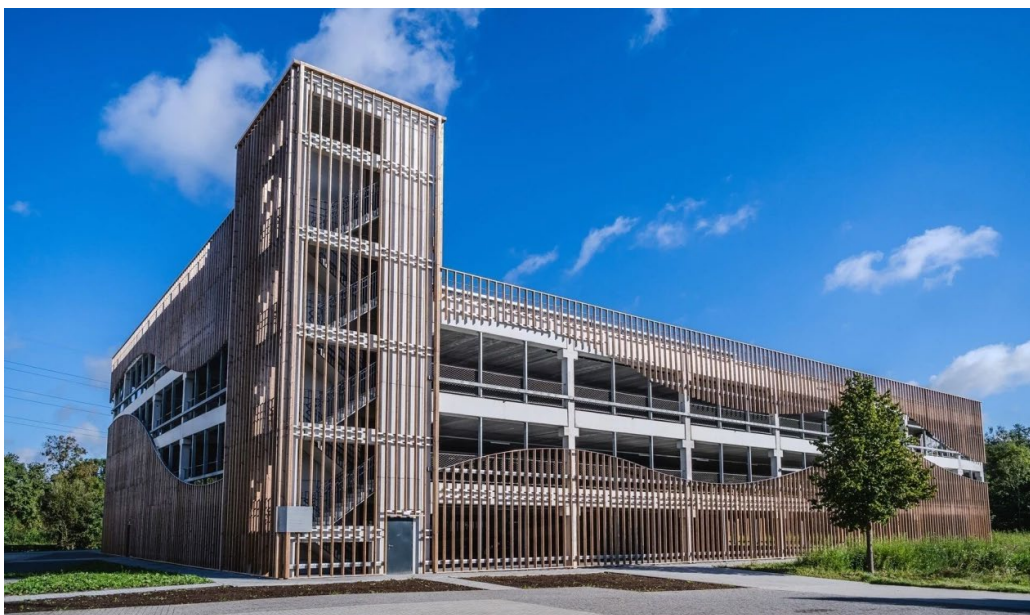
„Holzparkhaus Bahnhof Wendlingen“ í Þýskalandi er bílastæðahús við lestarstöð nærri íbúðabyggð og atvinnusvæði (Internationale Bauausstellung 2027 StadtRegion Stuttgart, e.d.). Byggingin er á fimm hæðum með rými fyrir 350 bíla og 150 hjól. Þar eru hleðslustöðvar fyrir bíla og hjól sem nýta rafmagn sem framleitt er í sólarcellum á þaki. Húsið er byggt úr timbureiningum og magn stáls og steypu er lágmarkað. Byggingin er hönnuð þannig að umhverfisáhrif eru lágmörkuð. Forsmíðaðar timbureiningar gera kleift að breyta byggingunni síðar í atvinnu- eða íbúðarhúsnæði eða taka hana í sundur. Lofthæð er ríflæg og hreyfanlegur miðlægur rampur auðveldar að breytingar. Ramparnir eru staðsettir í miðju húsinu, þannig ef að þeir eru fjarlægðir er hægt að breyta miðju hússins í innigarð. (Mynd 5.2). Húsið er byggt af sveitarfélaginu í tengslum við lestarstöðina og reksturinn er í höndum einkaaðila (Wendlingen am Neckar, án dags.)



Mynd 5.2: Bílastæðahúsið Holzparkhaus Wendlingen er byggt úr forsmíðuðum timbureiningum sem geri kleift að breyta byggingunni eða taka hana í sundur (Wendlingen am Neckar, án dags.)

5.2.3 *Limburg í Hollandi*

Bílastæðahúsið er hluti af endurskipulagningu á nýsköpunar- og háskólasvæði í Limburg DC (Limburg DC, e.d.) í Hollandi Svæðið er rekið af þróunarfélagi sem er í eigu sveitarfélaga á héraðsstigi. Svæðið allt er skipulagt með sjálfbærni að leiðarljósi; bílaumferð er lágmörkuð um hverfið og hluti þess er ekki aðgengilegur á bíl. Byggingin er fimm hæðir með rými fyrir 366 bíla, 53 hjól og möguleika á stækkun. Á þakinu eru sólarcellur sem framleiða rafmagn fyrir hleðslustöðvar fyrir bíla og hjól. Húsið er byggt úr timbri og magn stáls og steypu er lágmörkuð. Forsmíðaðar timbureiningar, rífleg lofthæð og hreyfanlegur miðlægur rampur gerir auðveldara að breyta byggingunni síðar í t.d. kennslustofur, vinnustofur eða viðburðarrými (Mynd 5.3). LCA greiningar voru notaðar til að lágmörka umhverfisáhrif byggingarinnar, á framkvæmdatíma, meðan hún verður í notkun og þegar henni verður fargað að hluta eða öllu leyti (LDCwood, án dags.) (Archello, án dags.).



Mynd 5.3: Bílastæðahúsið í Limburg í Hollandi. Forsmíðaðar timbureiningar, rífleg lofthæð og hreyfanlegur miðlægur rampur auðveldar að breyta byggingunni síðar í t.d. kennslustofur, vinnustofur eða viðburðarrými.

5.2.4 *Bissen í Lúxemborg*

Húsið „Bissen eco-circular car park“ er dæmi um hringrásarhönnun; hönnun með nýrri nálgun sem gerir kleift að endurnýta takmarkaðar auðindir jarðarinnar (Astron, 2025). Húsið er rekið sem hluta af nýsköpunarklasa Bissen Automotive Campus þar sem fyrirtæki, þekkingarstofnanir og nemendateymi hafa aðstöðu og er í eigu þróunarfélags. Húsið er byggt úr einingum þannig að hægt er að taka það niður að öllu leyti eða hluta, og setja saman aftur sem bílastæðahús eða skrifstofubyggingu. Allir hlutar byggingarinnar eru gerðir til að endast og nota aftur. Bílastæðahúsið er á atvinnusvæði og tengist nýsköpunarmiðstöð. Það er sex hæðir með 500 bílastæðum og níu mótörhjólalastæðum.

5.3 Áskoranir tengdar bílakjallara

Þegar bílakjallari er byggður undir fjölbýlishúsi eru ýmis atriði sem geta flækt framkvæmdina, aukið kostnað og lengt framkvæmdartíma vegna þess að um byggingu neðanjarðar er að ræða. Þetta getur líka haft áhrif á kolefnisspor á hvert bílastæði.

- Ef staðsetning húss er þannig að fleyga eða sprengja þarf klöpp fyrir bílakjallara þá getur það orðið verulegur kostnaðarliður. Kostnaður felst bæði í losun klappar og flutningi efnis af framkvæmdasvæðinu.
- Há grunnvatnsstaða á byggingarlóð getur kallað á drenkerfi, dælubrunn og dælur. Ef stöðugur vatnsprýstingur er á kjallarann getur þurft að hanna hann sem fullkomlega vatnspétt mannvirki sem eykur kostnað.
- Í vatnspéttum kjallara þarf meðal annars vatnsstoppara og ídælislöngur í steypuskil. Botnplata og veggir þurfa oft að vera þykkari og meira járnþent til að takmarka sprungumyndun.
- Lækkun grunnvatnsstöðu með dælingu getur haft áhrif á nærliggjandi svæði og valdið sigi í jarðvegi, nálægum byggingum og lögnum. Því getur þurft mælingar og vöktun á framkvæmdatíma.
- Kanna þarf uppdrif kjallarans vegna grunnvatns. Ef þungi hússins nægir ekki getur þurft þykkari botnplötu, togstaura, bergbolta eða aðrar festingar.
- Djúpur uppgröftur fyrir kjallara getur kallað á bráðabirgðastíflingar, þilveggi, sprautusteypu, bergbolta eða stagaða stoðveggi, sérstaklega nærri lóðarmörkum og nálægum mannvirkjum.
- Veik eða óhagstæð jarðlög geta kallað á jarðvegsskipti, djúpgrundun eða umfangsmeiri undirstöður.
- Kröfur um akstursleiðir og bílastæði takmarka staðsetningu súlna og burðarveggja í kjallara. Það getur kallað á stærri haflengdir, þykkari plötur, bita eða tengileiði undir yfirbyggingunni.
- Aðkomurampur tekur töluvert rými og eykur umfang grafrar. Einnig þarf að leysa afrennsli, snjóbræðslu og mögulega dælingu við neðri enda rampsins.
- Bílakjallari kallar á aukin tæknikerfi í húsi, svo sem loftræsingu, reyklosun, brunavarnir, neyðarlýsingu, sprinklerkerfi og afrennsli með olíuskilju.
- Öll steypuskil og gegnumtök fyrir lagnir eru mögulegir lekastaðir og þurfa sérstakar þéttlausnir og aukið gæðaeftirlit.
- Þegar grafinn er kjallari þarf meiri uppgröft og efnisflutninga, en þegar ekki er kjallari og það lengir framkvæmdatíma og getur aukið kostnað vegna vinnuáðstöðu, stjórnunar, fjármögnunar og verðbreytinga.
- Ef mengaður jarðvegur finnst getur þurft sérstakar rannsóknir, meðhöndlun og förgun.
- Nálægar lagnir og veitur getur þurft að færa eða verja vegna grafrar og framkvæmda.

- Heildarkostnað kjallarans þarf að meta á hvert nýtanlegt bílastæði. Rampur, akstursleiðir, súlur og tæknirými geta tekið stóran hluta grunnflatarins.
- Burðarvirkið í húsinu ofan á kjallaranum verður háð honum. Ef ákveðið er að setja bílakjallara á síðari stigum hönnunar, getur þurft að breyta öllu húsinu.

6 Heimildaskrá

- Archello. (án dags.). *www.archello.com*. Sótt frá í ágúst 2026 Circular Parking Building. Diepenbeek- Bouwcampus: <https://archello.com/de/project/diepenbeek-bouwcampus>
- ASP Architekten. (án dags.). *www.asp-architekten.de*. <https://www.asp-architekten.de/portfolio-items/parkhaus-mit-integrierter-energiezentrale/>
- Astron. (2015, 1. febrúar). *www.astron.biz*. <https://www.astron.biz/en/about-us/latest-news/eco-circular-car-park.html?find=bissen%20campus>
- Business Region Gothenburg. (2024, 30. maí). *www.businessregiongotheborg.se*. <https://www.businessregiongoteborg.se/nyheter/unikt-mobilitetshotell-ska-accelerera-grona-transporter-i-goteborgs-innerstad>
- Car Parks. (án dags.). *www.carparks.nl*. <https://www.carparks.nl/mobilitetshub>
- Car Parks. (2022, 4. nóvember). *Mobility Hub Elements Haarlem nearing completion*. <https://www.carparks.nl/nieuws/mobilitetshub-elements-haarlem-nadert-oplevering>
- Fraker, H. (2013). *The Hidden Potential of Sustainable Neighborhoods: Lessons from low-carbon communities*. Island Press. <https://doi.org/10.5822/978-1-61091-409-3>
- Internationale Bauausstellung 2027 StadtRegion Stuttgart. (án dags.). *A multistorey car park as a bridge to a future with fewer cars*. <https://www.iba27.de/en/projekt/wooden-car-park-wendlingen/>
- Jarekew, H. (2020). *Brunnshög - a smart city here and now*. The Smart City Journal. <https://www.thesmartcityjournal.com/en/sustainability/brunnshoeg-a-smart-city-here-and-now>
- LDCwood. (án dags.). *Circular parking building: Diepenbeek, Belgium*. <https://www.ldcwood.com/en-uk/cases/diepenbeek-bouwcampus-20-circular-parking-building>
- Limburg DC. (án dags.). *Mobility on campus*. <https://limburgdc.be/en/>
- Lunds Kommuns Parkerings. (án dags.). *We create simple, environmentally friendly parking near you!* Sótt 1. september 2026 af <https://lkpab.se/en/>
- Nordstan. (án dags.). *Mobilitetshotellet i Nordstan*. <https://www.nordstan.se/en/mobilitetshotellet-i-nordstan>
- Pling Transport. (án dags.). *En höj kommer lastad! Cykelbud i Göteborg*. Sótt 1. september 2026 af <https://plingtransport.se/>
- Stadtteil Vauban. (án dags.). *Traffic: History and background of the traffic concept of Vauban*. <https://stadtteil-vauban.de/en/traffic/>
- Statistisches Bundesamt. (2026, 22. júlí). *Pressemitteilung Nr. N050 vom 22. Juli 2026*. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2026/07/PD26_N050_46_85.html
- Stedenbouw. (2024, 29. janúar). *The mobility hub as a functional and social hub of the neighborhood*. <https://stedenbouw.nl/en/general/yearbook/the-mobility-hub-as-a-functional-and-social-hub-of-the-neighborhood/>
- Stuttgart. (2025, 10. júní). *New parking garage with energy center in Neckarpark*. <https://www.stuttgart.de/leben/bauen/bauprojekte/neubau-parkhaus-mit-energiezentrale-im-neckarpark>
- Szumilas, A. (2024). Implementation of Solutions Reducing the Number of Cars in Polish Housing Estates—Based on the Experience of the Vauban Estate in Freiburg, Case of the City of Wrocław. *Buildings* 14(3), 712. Sótt frá <https://doi.org/10.3390/buildings14030712>
- Wendlingen am Neckar. (án dags.). *Parken*. Sótt 1. september 2026 af <https://www.wendlingen.de/unsere-stadt/anreise/parken>
- WijCK Pijnacker. (án dags.b). *Sustainable living*. <https://woneninwijck.nl/meer-informatie/duurzaam-wonen/>