

HCT-City

Slutrapport. DNr: 2020–05149

HCT City: Fallstudie massgods i städer. Piloter och systemanalys.

Datum: 2025-03-31. Ver.2.



Författare: Fredrik Cederstav^a, Sara Ranäng^a, David Rylander^a, Lena Larsson^b,
Helene Jarlsson^b, Sten Wandel^c, Fredrick Regnell^d, Sogol Kharrazi^e
Datum: 2025-03-31

Projekt inom FFI: Effektiva och uppkopplade transportsystem

- a) RISE AB, Lindholmspiren 7A, 41756 GBG
- b) Volvo Technology, Gropegårdsgatan, 40588 GBG
- c) Lund University, Box 118, 22100 Lund
- d) Ecoloop AB, Ringvägen 100, 11860 Stockholm
- e) VTI, Olaus Magnus väg 35, 58195 Linköping

Fotokälla: Fredrik Cederstav, Mats Hellström

Sammanfattning

Projektet HCT-City har byggt upp ny kunskap om hur urbana Högkapacitetsfordon (HCT-fordon) kan förbättra transporteffektiviteten, inklusive energi- och bränsleförbrukning samt analyserat dess effekter på infrastrukturen och den totala samhällsekonomiska kostnaden. Projektet har haft två piloter, en knuten till Varbergs tunnelprojekt och en knuten till stadsbyggnadsprojektet i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm. Hypotesen i projektet var att det med projektets 5-axlade prototypfordon går att minska antalet fordonsrörelser med upp till 50% och CO₂-utsläppen med cirka 40% utan att det får en negativ inverkan på infrastrukturen eller trafiksäkerheten. De två piloterna i Varberg och Stockholm var i karaktären olika men genererade mycket och viktiga data som förväntas möjliggöra en framtida regeländring för HCT-fordon, speciellt korta 5-axlade cityanpassade, som därmed kan möjliggöra för en implementering och en ökad samhällsnytta. De två prototypbilar som byggts i projektet har 5 axlar med en längd på 11 meter, och ett axelavstånd mellan första och sista axel på 7,9 meter, vilket gör att de blir lätta att manövrera och flexibla om städer har längdbegränsningar, som i Stockholm. Lastbilarna kan också kombineras med olika släp för att optimera lastkapaciteten där bärighetsklass och längdbegränsningar tillåter det.

Projektet omfattade även forsknings- och utvecklingsaktiviteter för att möjliggöra andra nya, säkra fordonslösningar som bil och släp respektive dragbil med tipptrailer. I arbetet ingick även koncept för beslutsstöd, uppföljning och kontroll av utfärdade tillstånd för att uppnå en maximal miljöförbättring och effektivare godstransporter i städer. Allt detta kräver förändrade och anpassade regelverk och på längre sikt standardisering. Här återstår mycket arbete och kräver beslut på en politisk nivå med involvering av Transportstyrelsen. Gator och vägar i svenska städer är i de flesta fall kommunala, men i vissa stråk är de en del av Trafikverkets nationella vägnät. Denna tudelning av ansvaret är en utmaning. Projektet har därför varit aktivt i att involvera kommuner, branschorganisationer och fordonstillverkare och har kommunicerat resultat till andra HCT-, Intelligent Access- och Dispensprojekt samt varit aktiv i sociala medier och facktidningar för att påverka beslutsfattare, myndigheter och kommuner. Projektet har även etablerat en egen hemsida. Ett fortsättningsprojekt kallat FEMAS initierades också för att involvera fler kommuner och avsåg att förbereda en större pilot i nästa steg. En bromätning som gjordes i Varberg visade på mycket små deformationer och de lastbilar som loggades där genererade en stor mängd mätdata som kunde användas i analyser av transporteffektiviteten i Varbergsprojektet. Simuleringen som gjordes av VTI kring hur olika axelkombinationer påverkar slitaget på vägytan och påverkan på vägens underliggande struktur visade att 4-och 5-axlade lastbilar minskar vägslitaget per transporterat ton. Om enbart 5-axlade HCT-fordon används i städer i stället för 3-axlade räknar vi alltså med att bränsleförbrukning och därmed CO₂-utsläpp teoretiskt kan minskas med upp till 40%. Detta kommer dock inte bli aktuellt innan regelverket ändras nationellt. Om vägnätet redan är klassat som BK1 är nyttan inte lika stor vid en övergång till HCT-lösningar som i BK2-fallet, men då kan nya längre fordonskombinationer bli aktuella och dessa kan då förbättra effektiviteten och affärsnyttan för ingående aktörer. Beräkningar från Varberg visar att potentialen är upp till 38% färre körningar per tonkilometer för ett ekipage med 9 axlar. Feedback från åkeriet i Norra Djurgårdsstaden visar att även om man jämför med en BK1-bil (4 axlar) med en lastkapacitet på cirka 16 ton kan man hinna köra nästan 80 ton mer last per dag med en 5-axlad bil, vilket motsvarar tusentals kronor mer i intäkt varje arbetsdag.

Den samhällsekonomiska analys som gjordes utifrån projektets samlade piloter utgick ifrån att ett antal nya fordonskombinationer införs gradvis mot år 2045 där till slut 40% av transportarbetet utförs av någon form av HCT-fordon. För ett typiskt stort infrastrukturprojekt som Varbergstunneln där man redan har kört mycket med BK1, skulle kostnaden för alla upphandlade transporter då kunna ha varit cirka 10% lägre. Enligt de antaganden som gjordes i analysen skulle samhällskostnaden för alla anläggningsprojekt i Sverige totalt kunna minska med 22% och CO₂-

utsläppen med 21%. Skulle man även införa Intelligent Access nationellt ökar besparingen i samhällsekonomisk kostnad till cirka 26%. Om man dessutom ökar den maximalt tillåtna bruttovikten med 5% så ökar den kalkylerade besparingen till hela 32%. Detta antas vara möjligt utan att öka skadorna på infrastrukturen eftersom överlasterna elimineras nästan helt.

Vad gäller möjligheten att digitalisera dagens manuella processer finns mycket att lära av Australien men här har inte projektet haft tillräcklig tid att driva frågan och den frågan bör vidareutvecklas i andra projekt.

Så sammanfattningsvis finns det stora fördelar med HCT-fordon vid masstransporter i tätort med avseende på miljö, transporteffektivitet och samhällsekonomiska kostnader.

Executive summary in English

The HCT-City project has developed new knowledge on how urban High-Capacity Vehicles (HCT vehicles) can improve transport efficiency, including energy and fuel consumption, and analyzed their effects on infrastructure and overall socio-economic costs. The project had two pilots, one linked to the Varberg tunnel project and one linked to the urban development project in Norra Djurgårdsstaden, Stockholm. The hypothesis of the project was that with the project's 5-axle prototype vehicles, it is possible to reduce the number of vehicle movements by up to 50% and CO₂ emissions by approximately 40% without negatively impacting infrastructure or traffic safety. The two pilots in Varberg and Stockholm were different in nature but generated a lot of important data that is expected to enable future regulatory changes for HCT vehicles, especially short 5-axle city-adapted ones, which can thus enable implementation and increased societal benefits.

The two prototype trucks built in the project have 5 axles with a length of 11 meters, and an axle distance between first and last axle of 7.9 meters, making them easy to maneuver and flexible if cities have length restrictions, such as in Stockholm. The trucks can also be combined with different trailers to optimize load capacity where road bearing class and length restrictions allow it.

The project also included research and development activities to enable other new, safe vehicle solutions such as truck and trailer or tractor with tipper trailer. The work also included concepts for decision support, follow-up, and control of issued permits to achieve maximum environmental improvement and more efficient freight transport in cities. All this requires changed and adapted regulations and, in the longer term, standardization. Much work remains here and requires decisions at a political level involving the Swedish Transport Agency. Streets and roads in Swedish cities are mostly municipal, but some roads are part of the Swedish Transport Administration's national road network. This division of responsibility is a challenge. The project has therefore been active in involving municipalities, industry organizations, and vehicle manufacturers and has communicated results to other HCT-, Intelligent Access, and Dispensation projects, as well as being active in social media and trade magazines to influence decision-makers, authorities, and municipalities. The project has also established its own website. A continuation project called FEMAS was also initiated to involve more municipalities and aimed to prepare a larger pilot in the next step. A bridge measurement carried out in Varberg showed very small deformations, and the trucks logged there generated a large amount of measurement data that could be used in analyses of transport efficiency in the Varberg project. The simulation carried out by VTI on how different axle combinations affect wear on the road surface and impact on the underlying structure showed that 4- and 5-axle trucks reduce road wear per transported ton. If only 5-axle HCT vehicles are used in cities instead of 3-axle ones, we expect that fuel consumption and thereby CO₂ emissions can theoretically be reduced by up to 40%. However, this will not be relevant until the regulations are changed nationally. If the road network is already classified as BK1, the benefit is not as great when transitioning to HCT solutions as in the BK2 case, but then new longer vehicle combinations may become relevant, and these can then improve efficiency and business benefits for the involved actors. Calculations from Varberg show that the potential is up to 38% fewer runs per ton-kilometer for a vehicle with 9 axles. Feedback from the haulage company in Norra Djurgårdsstaden shows that even when compared to a BK1 vehicle (4 axles) with a load capacity of approximately 16 tons, you can manage to carry almost 80 tons more load per day with a 5-axle vehicle, which corresponds to thousands of kronor more in revenue every working day.

The socio-economic analysis carried out based on the project's combined pilots assumed that a number of new vehicle combinations are gradually introduced towards 2045, where eventually 40% of the transport work is carried out by some form of HCT vehicle. For a typical large infrastructure project like the Varberg tunnel, where a lot of mileage was driven with BK1, the cost of all procured transports could then have been about 10% lower. According to the assumptions made in the analysis, the societal cost for all construction projects in Sweden could be reduced by a total of 22% and CO2 emissions by 21%. If Intelligent Access is also introduced nationally, the savings in socio-economic costs increase to approximately 26%. If the maximum allowed gross weight is also increased by 5%, the calculated savings increase to a full 32%. This is assumed to be possible without increasing damage to infrastructure as overloads are almost completely eliminated.

Regarding the possibility of digitizing today's manual processes, there is much to learn from Australia, but the project has not had enough time to drive the issue, and this issue should be further developed in other projects.

In summary, there are great advantages with HCT vehicles for mass transport in urban areas in terms of environment, transport efficiency, and socio-economic costs.

Förord

Denna slutrapport har tagits fram med ekonomiskt stöd från Vinnova FFI. Vi tackar alla deltagare och projektparter, inklusive referensgruppen. Projektet pågick från april 2021 till december 2024. Ett stort tack riktas till alla som bidragit med sin tid, kompetens och synpunkter. HCT (High Capacity Transport) i urbana miljöer är ett komplext och relativt nytt forskningsområde i Sverige och vi är tacksamma för all kunskap som har delats. Exempel, slutsatser och förslag i rapporten är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis alla parter eller intressenters åsikter. Förhoppningen är att denna rapport ska vara användbar för myndigheter, kommuner, åkerier och andra aktörer som en kunskapssammanställning och underlag för att främja implementeringen av HCT-lösningar i tätorter i Sverige.

Göteborg i mars 2025

Författarna

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Executive summary in English	4
Förord.....	6
1 Bakgrund.....	8
2 Syfte, forskningsfrågor och metod	9
3 Mål	11
3.1 Förändringar under projektets gång.....	12
4 Resultat och måluppfyllelse	12
4.1 AP1: Projektledning, kommunikation och slutrapport	12
4.2 AP2: Omvärldsanalys och prioritering.....	13
4.3 AP3: Systemkoncept i produktionsmiljö	14
4.4 AP4: Prototypframtagning fordon.....	16
4.5 AP5: HCT-fordon samt påverkan i tätortsmiljö.....	21
4.6 AP6: Pilot Norra Djurgårdsstaden (NDS).....	24
4.7 AP7: Pilot Varbergstunneln	27
4.8 AP8: Systemanalys och konsolidering av slutsatser.....	29
5 Spridning och publicering	31
5.1 Kunskaps- och resultatspridning	31
5.2 Kopplingar till relevanta projekt.....	31
5.3 Informationsspridning.....	32
5.4 Publikationer.....	33
6 Slutsatser och fortsatt forskning	33
6.1 Infrastruktur	33
6.2 Fordon	33
6.3 Digitala verktyg.....	34
6.4 Systemperspektiv	34
6.5 Regelverk	34
6.6 Fortsatt forskning och diskussion.....	35
7 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	36
8 Referenser.....	36
9 Bilagor	37

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & Miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Bakgrund

Omställningen till ett transporteffektivt och fossilfritt samhälle, samtidigt som godstransporterna ökar, medför både utmaningar och möjligheter. En särskild samhällsutmaning utgörs av tunga transporter i tätort till följd av en ökad urbanisering framför allt i form av en förtätning av städer. Detta i sig driver ett ökande behov av byggnation, stadsutveckling och infrastrukturprojekt. I en förstudie år 2020 kallad "HCT City-ökad energieffektivitet med minskat CO₂-utsläpp i staden", testades en finsk 5-axlig citylastbil i Norra Djurgårdstaden (NDS), Stockholm. Resultaten visade på stora nyttor, se Tabell 1. Exempelvis påvisades positiva effekter avseende antalet lastbilar och emissioner vilka minskade signifikant. En hypotes, se grön rad i Tabell 1, visar på potentialen att minska både emissioner, bränsleförbrukning och antalet fordonsrörelser (fordonskilometer) med mellan 40–50%. Detta stödjer hypotesen att HCT i städer (High Capacity Transports) kan ge en ännu större effekt på både transporteffektivitet och utsläpp än HCT på lång distans. Enligt *Treiber och Bark 2016*¹ kan transporteffektiviteten öka med 50% genom att befintliga fordon ersätts med effektivare fordon med högre lastkapacitet.

Under projektets gång framkom det dock att mycket av masstransporterna i NDS kördes med 4-axliga fordon för BK1 med en maximal lastkapacitet på 16 ton.

Tabell 1: Resultat från förstudien och hypotesen i HCT-City

Fordon	Medelbruttovikt (ton)	Antal resor (tur och retur) för att flytta 2 196 ton	Medellast (ton)	Medel Axellast (ton)	l/100km	ABba (ml/tonkm)
Treaxlig boggi Volvo medeltung (BK2)	23,5	172 (100%)	12,8	7,8	31,79	50 (100%)
Förstudie femaxlad (finska bruttovikter)	37,8	111 (-35%)	19,3	7,6	43,29	45 (-10%)
Utvecklad fem axlig (finska bruttovikter)	42	93 (-46%)	23,5	8,4		30 (-40%)

Sedan flera år pågår försök med och operativ drift av HCT-fordon på nationella vägar i Sverige och utomlands. HCT definieras som fordon som väger mer och/eller är större än vad som normalt tillåts. Sedan år 2019 tillåter Finland HCT-fordon på 76 ton och 34,5 meter i hela vägnätet, med få undantag. I Sverige tillåts 74 ton och 34,5 meter på utpekade vägar, och sedan 2008 har fokus främst varit på "längre och tyngre" fordon utanför tätorter, speciellt för rundvirke och trailerdragning

¹ Treiber, A., Bark, P., 2018. Infrastructure Solutions for Increased Efficiency and Productivity of Construction Material transport in Cities. HVTT 15 Conference, Rotterdam

mellan noder. Ännu har HCT för masstransporter i städer och tätort studerats ytterst begränsat, men mycket av hittills uppbyggd kunskap från långväga HCT-transporter går att överföra till detta projekt.

2 Syfte, forskningsfrågor och metod

Denna slutrapport har gjorts inom ramen för det Vinnovafinansierade projektet "HCT City: Fallstudie massgods i städer. Piloter och systemanalys" som pågått under perioden april 2021 till december 2024. Se mer information på nedan projektsidor².

Projektet HCT-City har skapat ny kunskap om hur urbana Högkapacitetsfordon (HCT-fordon) påverkar transporteffektiviteten, energi- och bränsleförbrukning samt infrastrukturen.

Fokus i projektet har varit forskning inom bygg- och anläggningstransporter i urban miljö för transport av berg- och schaktmassor med HCT-fordon. Detta är ett förhållandevis outforskat område, åtminstone i Sverige, trots att bygg- och anläggningstransporter står för hela 20% av Sveriges totala transportarbete samt ca 50% av viktrelaterat transportarbete i städer (Trafikanalys 2016 & Fredriksson A et al 2021).

Syftet med projektet har varit att visa att HCT-konceptet kan appliceras i städer. Projektets mål var att genom fältförsök i form av piloter i verkliga miljöer ge underlag för utveckling och införande av HCT-konceptet för masstransporter i tätort och visa på en potential att minska antalet fordonsrörelser med upp till 50% och CO₂-utsläpp med upp till 40%. Syftet med projektet har också varit att identifiera och verifiera nyttor och utmaningar även avseende minskat förarbehov, lokala emissioner och vägslitage samt förbättrad trafiksäkerhet, framkomlighet och samhällsekonomisk nytta. HCT-fordon och Intelligent Access är forskningsområden som förväntas bidra till att minska energiförbrukning, utsläpp, trafik och kostnader för inte minst anläggningsprojekt. Dock visar Trafikverkets mätningar att tunga fordon ofta är överlastade. Detta innebär risk för extra slitage på vägar och minskad livslängd på broar och vägar. En nyckel till att kunna öka lastkapaciteten på lastbils kombinationer är att vägen är både rätt dimensionerad och rätt klassad samt att fordonens regelverk är utformade så att det är lätt att lasta rätt.

Koordinator var RISE AB. Deltagande parter var ABT-bolagen, AFRY, Ecoloop, Implenia, Mantum, Parator, Stockholms stad, Sundbybergs Stad, Trafikverket HCT-programmet, Trafikverket centrala funktioner (via Fol-portfölj Bygga, se nedan), Trafikverket Program Mäljarbanan, Uppsala kommun, Volvo Technology AB, Varbergs kommun, VTI och Wandel Consulting. Total budget 22,3 MSEK, varav offentliga medel 10,5 MSEK.

Under projektets gång har program Mäljarbanan stängts och de har därför inte kunnat vara med under hela projektiden.

Information: En kompletterande ansökan beviljades av Trafikverkets Fol-portfölj Bygga, portföljledare Fredrik Friberg, för In-kindbidrag från Trafikverket i form av egen tid och deltagande i projektet, samt bidrag till på-platsen-mätutrustning för fordonsvikt och hastighet och andra mätningar som utfördes. Totalt 1,5 MSEK. Notera att båda projektansökningarnas budgetar är fristående från varandra. Slutrapport för det projektet finns på DIVA³.

I projektet ställdes en gemensam problembild med följande frågeställningar:

² <https://hct-city.se/> & <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/hct-city-fallstudie-om-massgods-i-stader-piloter-och-systemanalys>

³ [Bygga-projektet. Mätning av GC-bro i Varberg. : Nyttor och konsekvenser av HCT i tätort, även kallat "Bygga"-projektet](#)

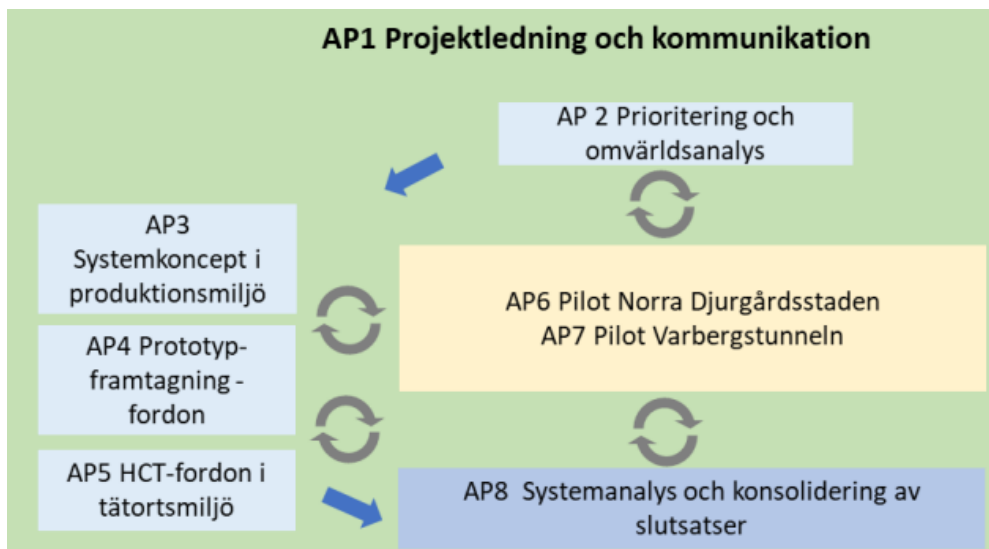
1. **HCT-konceptet kopplat till nyttan hos byggplatser och massgodstransporter –**
Grundhypotesen var ökad total nytta, och hur dessa nyttor kan uppnås och vad som eventuellt kan göras för att ytterligare förbättra dem.
 - Hur produktiviteten påverkades hos avsändande och mottagande byggplats samt åkeri och hur den ytterligare kunde förbättras
 - Hur skulle produktion och transporter kunna samordnas mellan byggplatserna?
 - Hur påverkades risker, kostnader och intäkter samt hur kan dessa delas mellan byggherre, entreprenör, transportör och infrastrukturhållare (kommuner, Trafikverket) när HCT-fordon används, vid upphandling respektive under projektets utförande och avslut
 - Hur påverkades antalet fordons-km och energiförbrukningen

2. **HCT kopplat till tätorten –** kunde konsekvenser såsom större påverkan på väg begränsas och i så fall hur:
 - Hur påverkas infrastruktur, trafikmiljö och trafiksäkerhet såväl som användare och invånare
 - Hur fungerade HCT-fordonen som sådana i tätortsmiljön och på byggplatserna (svepytor, trånga hörn, trafikrytm)
 - Vilka krav bör ställas på hur och var HCT-fordonen ska framförs i tätort
 - Vilka krav bör ställas på HCT-fordonens utformning för framförande i tätort
 - Vilket koncept för tillträde och kontroll passar bäst i olika situationer. Några olika varianter har testats. Hypotes: Det är i de flesta fall tillräckligt med datainsamling utan sanktioner, såsom vid masstransporterna vid tunnelbanebygget i Sydney, Australien. (TCA, 2018, 2020).⁴

Projektets metod har varit att arbeta brett med allt från piloter i Varberg och Stockholm, mätningar, intervjuer, vetenskap kring system design och litteraturstudier. Varje arbetspaket har valt att arbeta med lämplig metod utifrån dessa exempel. Projektet har även utvecklat testmetoder där fokus låg mot transporteffektivitet kopplat till fordonet och vägbelastningen.

Projektet var indelat i åtta olika arbetspaket. I figur 1 framgår projektets olika arbetspaket samt deras inbördes beroenden.

⁴ TCA, 2018. *Levels of Assurance. National Telematics Framework. Version 4.0.* 23. TCA, 2020. *Applications. National Telematics Framework.*



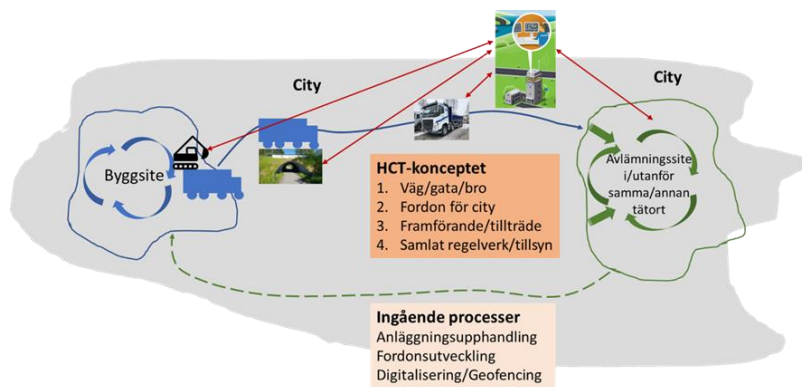
Figur 1. Projektets arbetspaket och dess inbördes beroenden

3 Mål

Projektets mål har varit att ta fram kunskap för utveckling och införande av HCT-konceptet i städer.

Projektet omfattade forsknings- och utvecklingsaktiviteter för att möjliggöra nya säkra fordonslösningar inklusive koncept för beslutsstöd, uppföljning och kontroll av utfärdade tillstånd, med minimal miljöpåverkan och effektivare godstransporter. Detta i sin tur kräver förändrade och anpassade regelverk och på längre sikt standardisering. Projektet ska ge förutsättningar för nya upphandlingskrav som i sin tur blir styrande för både beställare och utförare av transporter. Målet med projektet var att utveckla, bygga och testa två nya 5-axlade demolastbilar, för att främst ersätta boggi lastbilar (tre axlar). I praktiken kördes dock en hel del 4-axliga lastbilar (tridem) i Norra Djurgårdsstaden (NDS). Demolastbilarna har optimerats efter svenska förhållanden och testats i drift under en längre period. Projektets mål var också att ta fram hypoteser kring hur transporteffektiviteten kunde förbättras vid bygget av Varbergstunneln, bland annat genom användning av Geofencing, digital uppföljning och kontroll av olika parametrar för tillträde och framförande. Målet med digitaliseringen var att undersöka befintlig digital teknik och demonstrera i bägge piloterna. Målet med Sundbyberg och Uppsalas deltagande var att lära och använda resultaten i sin egen framtida transportupphandling med avseende på masshantering.

Projektet involverade alla relevanta aktörer som myndigheter, kommuner, forskningsinstitut och företag för att bättre förstå problembilden och därmed öka genomslagskraften för HCT i tätort. Då transporter är en del av ett större system antas användningen av HCT-konceptet påverka hela produktionskedjan på en byggplats. Projektet har därför haft ett tydligt systemperspektiv där hela kedjan inkluderades, se Figur 2.



Figur 2. Projektets ingående system

3.1 Förändringar under projektets gång

Eftersom projekt Mäljarbanan (Sundbyberg) lades på is under 2022 har inte Sundbyberg kunnat dra konkreta projektnyttor eller vidareutveckla idéer kring HCT-transporter ännu. I stället har intervjuer genomförts både med Sundbybergs och Uppsalas respektive representanter i projektet kopplat till Systemanalysen under Kap 4.8. Projektet har också lagt till en genomlysning av möjliga fler HCT-kombinationer som kan fungera i städer. Se Tabell 2.

4 Resultat och måluppfyllelse

I detta avsnitt avhandlas detaljerade resultat och måluppfyllelse för respektive arbetspaket.

4.1 AP1: Projektledning, kommunikation och slutrapport

Projektet HCT-City startade den 1 april 2021 och avslutades den 31 december 2024. Projektet startades mitt under pandemin, vilket orsakade en del förseningar både genom svårigheten till fysiska möten och i brist på materielleveranser. Detta ledde till att projektet så småningom förlängdes med 15 månader. De byggnationer av försöksfordon som planerats blev därför cirka ett år försenade. Projektet har genomgående satsat mycket på kommunikation och har varit aktiva via hemsida, sociala medier och har även deltagit i Logistikpodden med tre inslag. Det har skrivits artiklar om projektet i flera facktidningar. Projektet blev dessutom år 2022 invalt på IVA:s 100-lista som ett projekt i Sverige med stor affärspotential. Vidare har projektet tagit fram en frågelista (Q/A) som varit mycket användbar vid förberedelse och kommunikation, samt för att samla kunskap inför kommande fortsättningsprojekt, se Bilaga 1. Projektet har även gjort presentationer i HCT:s Fol-program under ledning av Trafikverket och brutit ny mark inom HCT för stadsnära projekt. De bromätningar som utfördes i Varberg finansierades delvis av en tilläggsbudget kallad *HCT-Bygga* från Trafikverket. Förutom interna konsortiemöten har projektet även deltagit i tre internationella konferenser, nämligen TRA 2022, HVTT16 & 17, och har presenterat resultat vid HVTT17, samt deltagit på tre nordiska HCT-konferenser. Projektets slutkonferens kopplades till Sveriges Åkeriföretags årskonferens den 27 november 2024 där koordinatörn gjorde en kort summering av lärdomar från projektet som inbjuden talare. Vetenskapliga rapporter och slutrapporten kommer även att dokumenteras i DIVA. En jämställdhetsplan har tagits fram i projektet. Eftersom många utmaningar kvarstår för att HCT ska få genomslag inom urbana områden i Sverige kommer ett större projekt att behövas framför allt inom områden som upphandling, regelverk, digitalisering, beteenden, teknisk kunskap, trafiksäkerhet, lastkalibrering och samarbeten kommuner emellan. De potentiella nyttorna med att lasta mer och effektivare vid varje körning är en stark drivkraft för fortsatta initiativ och är viktigt för att Sverige ska kunna nå sina nationella miljömål.

4.2 AP2: Omvärldsanalys och prioritering

4.2.1. Omvärldsanalys

Fokus i omvärldsanalysen har varit mot bygg- och anläggningstransporter i urban miljö. Omvärldsanalysen har pågått under hela projekttiden. Metodmässigt har omvärldsanalysen gjorts genom litteraturstudier, intervjuer, personliga kontakter med sakkunniga i Sverige och andra länder samt genom deltagande på konferenser, seminarier och olika nätverk. Detta är en summering av delrapporten som återfinns i RISE rapport: 2025:20 *HCT City: Omvärldsanalys och prioriteringar – effektiva masstransporter i städer*⁵ finns dokumenterad i sin helhet. (publicerad i DIVA).

Arbetet har resulterat i en beskrivning av;

- Nuläget i Sverige avseende det nationella FOI programmet HCT i Sverige, infrastrukturens betydelse, fordon och samlat regelverk samt intelligent access.
- En internationell utblick med regelverk i Europa samt några internationella exempel från bland annat Australien och Sydafrika.

En av de viktigaste delarna i omvärldsanalysen var jämförelsen av bärighetsregelverket mellan Sverige och några andra europeiska länder som har liknande applikationer för masstransporter i städer.

I projektet har det också gjorts en unik intervjustudie kring implementeringen av HCT och 5-axliga fordon i Finland. Studien är utförd av Maria Mustonen och återfinns i sin helhet i omvärldsanalysrapporten⁶.

Erfarenheter från Finland visar att ökat slitage på infrastrukturen förekommer i vissa applikationer och vägunderlag samt att de känsligaste delarna i infrastrukturen är broarna, som i vissa fall behöver förstärkas, annars syns mycket goda resultat.

Sammanfattningsvis finns det generellt goda erfarenheter av HCT från flera länder, däribland Australien och Sydafrika. I Finland har tyngre fordon upp till 76 ton varit tillåtna sedan 2013 och även 5-axliga cityanpassade fordon. Under den perioden har transportvolymen i landet ökat samtidigt som trafikarbetet minskat. Liknande resultat har uppnåtts i Australien. I det stora hela har reformen med införande av HCT fungerat mycket bra och bidragit till ett minskat trafikarbete.

4.2.2 Prioriteringar i HCT City projektet

Följande prioriteringar har gjorts i projektet avseende infrastruktur, fordon, tillstånd och regelverk samt systemperspektiv på byggarbetsplatsen. Prioriteringar har gjorts iterativt inom projektet och anpassats efter lärdomar och insikter under projektets gång.

- **Infrastruktur** – Bärighet på både broar och vägar är viktiga för att möjliggöra införande av HCT-koncept för städer, detta är därför ett prioriterat område. Bärighetsklass 4 (BK4) behövs för att tillåta tyngre fordonskombinationer på både broar och vägar, exempelvis för större transportleder genom städer till deponier eller hamnar. Vid tillåtandet av högre laster än ordinarie bärighetsklass kan ytterligare krav på system som exempelvis IA (Intelligent Access) för att säkerställa att axel- och bruttovikter innehålls samt att ev. lägre hastighet garanteras över broar för att minska vibrationer och minska risken för negativ påverkan på brokonstruktioner.

⁵ [HCT City : Omvärldsanalys och prioriteringar för effektivare masstransporter i städer](#), 2025, S. Ranäng et. Al.

⁶ [HCT City : Omvärldsanalys och prioriteringar för effektivare masstransporter i städer](#), 2025, S. Ranäng et. Al.

- **Fordon** – Prioritet i projektet var att ta fram två konceptfordon optimerade för masstransporter i urban miljö kortare än 12 meter. De skulle fungera i områden med längdbegränsning (12 m), samt för andra citynära applikationer. Olika förslag på fordonskombinationer så som 5+4 kombinationer och 4+5 kombinationer för BK4 samt 5+5 för BK4+ applikationer har varit intressanta att utreda i projektet.
- **Tillstånd och regelverk** – Under projektets gång har konceptfordonen haft forskningsdispenser på både kommunala och statliga vägar i Stockholmsområdet (främst i Norra Djurgårdsstaden samt vissa vägvagnsnät på statligt vägnät). Dispenser för delbart gods kan i princip bara ges i forskningssyfte i dagsläget. (För odelbart gods gäller annat regelverk. Inom det området finns det mycket arbete gjorts som beskrivs i arbetet kring Transportdispenser⁷ & digitalt stöd vid dispenstransporter⁸ samt Vägning av dispenstransporter⁹.) I piloten i Varberg har traditionella BK1 fordon använts och således behövdes inga dispenser. För att optimerade fordon för masstransporter i städer ska kunna implementeras i Sverige fullt ut behövs en förändring av nuvarande regelverk för att kunna utnyttja 5-axliga fordonskombinationer. En prioritering i projektet var därför att bygga kunskap till beslutsunderlag för fullskalig implementering av HCT i citymiljö för masstransporter.
- **Systemperspektiv** – utgångspunkt och prioritering i projektet har varit ett systemperspektiv där även själva byggarbetsplatsen där massorna uppkommer har tagits i beaktande och inte enbart transporterna på väg med HCT-fordon. För att minimera risken för skador på infrastruktur samt för att kunna optimera hela produktionsprocessen med allt från lastning/lossning, transport i tunnlar samt returresa har samtliga dessa moment studerats i projektet. Se utförligare under Systemanalys, kapitel 4.8.
- **Intelligent Access** – Här prioriterades speciellt datafångst och datakvalitet, exempelvis att undersöka olika sensorer och datakällor i syfte att skapa mer kunskap om möjligheter kring intelligent access för tyngre fordon i urban miljö för optimal lastning och vikt. Fokus mot att optimera hela produktionsprocessen samt även att möjliggöra ett säkert införande av tyngre transporter på kommunala vägnät.

4.3 AP3: Systemkoncept i produktionsmiljö

Denna delstudie har bidragit med kunskap genom att adressera hypotesen i huvudprojektet, dvs att både produktivitet och transporteffektivitet kan förbättras samtidigt som utsläpp minskas genom kvantitativa studier av verklig verksamhet där nya modeller och metoder utvärderas.

Fokus har varit mot Varbergsprojektet. Forskningsfrågor som adresserats i arbetspaketet är:

- Hur bränsle och energiförbrukning (energi per ton*km) kan minimeras i transportflöden inom anläggningsprojekt med bibehållen eller ökad produktionshastighet (ton/h) genom införande av HCT-fordon.
- Hur väl bruttovikter och lastkapacitet kan uppskattas och proaktivt styras genom befintlig och kommersiell teknik tillgänglig på marknaden.

⁷ <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1600861/FULLTEXT01.pdf> Transportdispenser, Andersson M & K RISE 2021:90, (2024-12-10)

⁸ <https://ri.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1846655&dswid=6001> Digitalt förarstöd vid dispenstransporter RISE rapport 2024:28 Anderson M & K (2024-12-10)

⁹ <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/Transportdispens/infor-ansokan/vagning-av-dispenstransporter/> (2024-12-10)

- Hur väl tillgängliga standarder för digital informationsöverföring möter syftet och målen med projektet.

Studien har applicerat ett systematiskt förhållningssätt och använt sig av både kvalitativa och kvantitativa metoder. En stor del av resultaten är baserade på kvantitativa data insamlad från lastbilar, maskiner och infrastruktur under ett verkligt infrastrukturprojekt i Varberg. Resultaten från studien inkluderar en modell för hur lastbilars bruttovikt påverkar bränsleförbrukningen. En beskrivning har gjorts kring hur transporterarnas bränsleförbrukning fördelas mellan de olika transportfaserna samt vilken utnyttjandegrad som fanns på transportfordonen i projektet. En utvärdering har gjorts för vilka effekter olika HCT-ekipage får på antalet transporter och bränsleförbrukning för projektets transportuppdrag och produktivitet. Kunskap har tillförts om nyttjandegrad på lastbils kombinationer i den aktuella verksamheten och kunskap om begränsningar och utmaningar (inklusive digital transformation) kring att mäta, följa och proaktivt lasta rätt.

De viktigaste slutsatserna från studien i Varberg:

- Att höja tillåten lastkapacitet eller maximera lastvikten genom att lasta så nära tillåten lastvikt som möjligt (minimera underlast) per fordonsekipage ger positiva effekter på bränsleförbrukning per transporterad last (tonkm) oavsett bärighetsklass (BK).
- Att uppgradera vägen från BK1 till BK4 innebär färre transporter för samma transportbehov (antal ton). Det finns också en stor potential att minska bränsleförbrukningen per tonkm. Fallstudien visade att i bästa fall med optimal fordonskombination så minskade antalet transporter med 38%. Se Tabell 2 i Rapport RISE:2025:18¹⁰ samt Tabell 2. Översikt över fordonskombinationer som ingick i utredning utförd av Volvo (E. Olsson, utredning tabell S. Ranäng) i kapitel 4.2 nedan.
- Uppmätt lastvikt i studien visar på betydande variation i faktisk lastvikt även med hänsyn tagen till mätfel. Applicering av styrsystem för att minska dessa variationer höjer medellastvikten genom färre underlast och minskar samtidigt risken för överlast. Den ökade nyttjandegraden genom att lasta rätt per lastbil beräknas därför ge positiva effekter per transporterat tonnage (CO₂/tonkm) och rekommenderas därför starkt i framtida verksamheter.
- Produktionsprocessen i Varberg visade på stora variationer, där olika avbrott, manövrering, stopp och andra händelser i processen genererade väntetider. Manövrering inne på lastområdet och framkörning till lastning stod för cirka 18% av total bränsleförbrukning. Väntetider varierar därför stort mellan körcykler. Väntetider och manövrering har en signifikant påverkan på den totala bränsleförbrukningen och förbättrad planering och styrning bör därför få en märkbar, positiv effekt på energiförbrukning per transportcykel. Sådan koordinering var dock tyvärr inte möjlig att implementera i detta projekt.
- Viktuppskattningssystem (vågar) generellt, speciellt de som mäter trycket i bilarnas luftfjädring, har visat sig vara osäkra datakällor där noggrannheten i synnerhet men även precisionen varierar mellan studieobjekten. En initial analys visar att branschen sannolikt skulle dra nytta av en utökad kravställning i upphandlingar samt tydligare kvalitetscertifiering av viktuppskattningssystem.
- Viktuppskattningssystem i lastare kan potentiellt ge en effektiv styrning av lastvikter men behöver designas och optimeras mot fordonsflottan och göras mer användarvänlig för enskild studerad arbetsprocess.
- Eftersom det inte finns en standardiserad digital real-tids länk mellan lastare och lastbilar överförs inte information om varken bilens mål-lastvikt eller aktuell lastvikt från bilen till lastaren. Den manuella kommunikation som observerades var helt otillräcklig. För att undvika

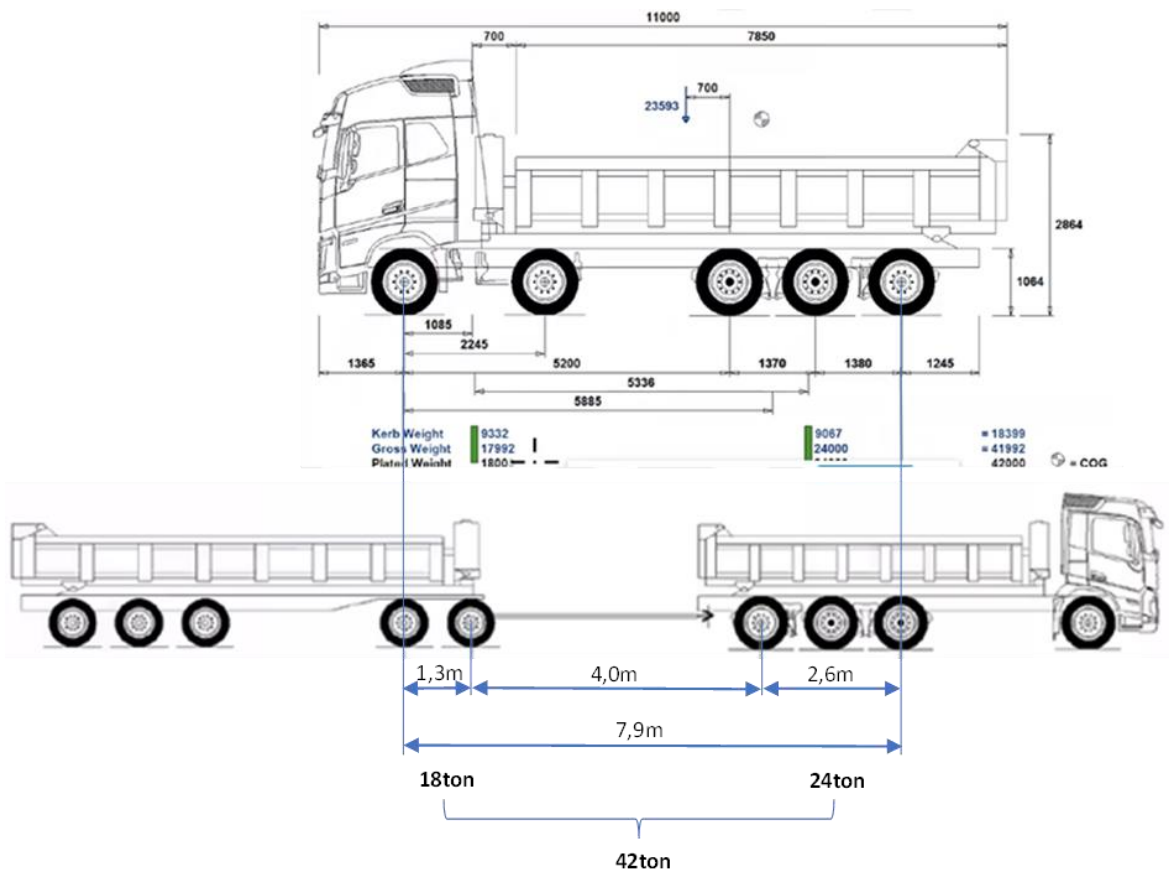
¹⁰ [HCT- City: Systemkoncept i produktionsmiljö](#)

överlastar och samtidigt kunna lasta så nära tillåten maxvikt som möjligt är det rekommenderat att utveckla en sådan länk i det framtida arbetet.

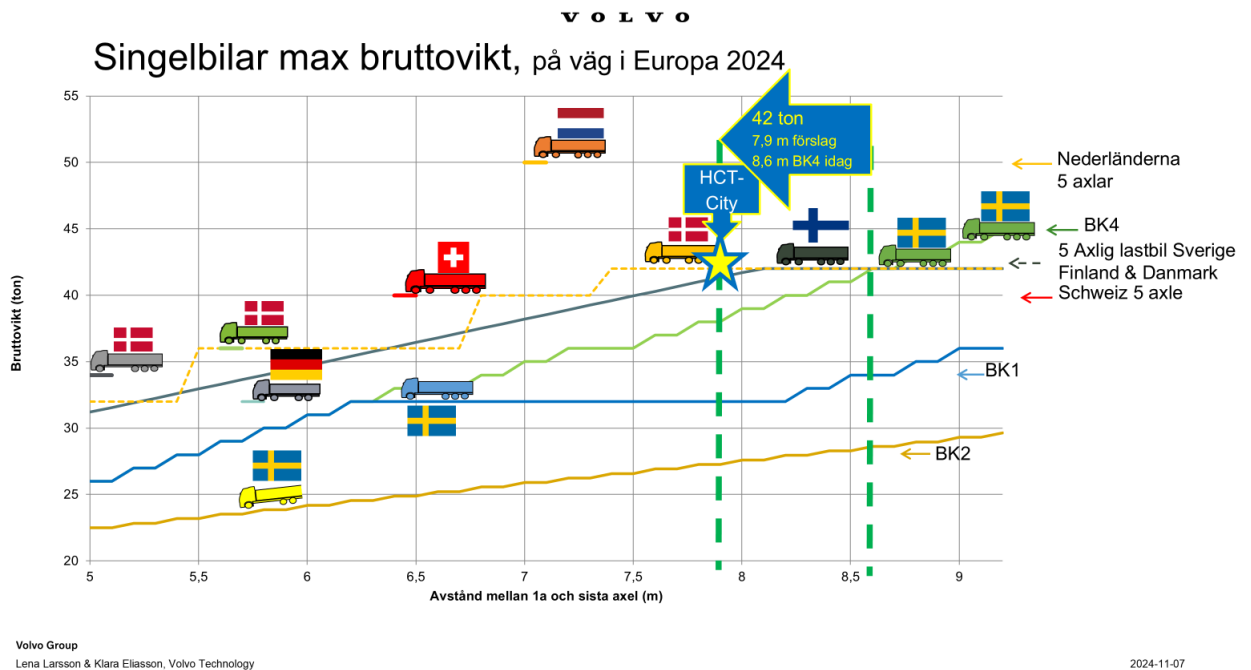
- Användning av fysiska, certifierade och krönta fordonsvågar på marken är sannolikt nödvändiga för att säkerställa rätt vikt och fyllnadsnivå på fordonen. Dock saknas tillräckliga incitament för användningen av sådan utrustning utan direkta krav från beställare. Vissa väghållare har vågstationer med krönta vågar vid kontrollplatser men åkeriföretagen har sällan tillgång till dessa för kalibrering av deras egna ombordvågar.
- De standardiserade meddelandetyper som finns i branschen (r-FMS och AEMP) för att extrahera fordons- och maskindata beskriver inte prestandakrav (icke-funktionella aspekter) på dataparametrarna. Av den anledningen vet vi inte noggrannheten på den data som extraheras, såsom vikt. Anledningen till det är sannolikt att de är utformade för övergripande Fleet Management där noggrannheten inte nödvändigtvis är prioriterad. För AEMP-standarderna finns användarfall beskrivna som ligger till grund för standarderna och där saknas relevanta användarfall för detta projekt. För att göra dessa standarder användbara till en mer detaljerad styrning, uppföljning och kontroll av vikter behöver prestandakrav beskrivas och sannolikt krävställas. Uppdateringsfrekvens är också normalt relativt låg och behöver ökas eller möjliggöra för konfigurering av händelsebaserad loggning som görs vid användning av exempelvis Geofencing.

4.4 AP4: Prototypframtagning fordon

Konceptet för den första 5-axlade lastbilen som byggts i projektet bygger på det kortaste avståndet mellan första och sista axeln för en boggi- och en trippelaxelgrupp mellan lastbil och släp, vilket är kortare än lastvikttabellen för BK4 och 42 ton, se Figur 3. Anledningen till att vi studerade just den här lösningen är att det enligt den nuvarande BK4-lastvikttabellen krävs ett axelavstånd på 8,6 meter för att kunna ha en bruttovikt på 42 ton, vilket visas i Figur 4. Detta fungerar inte i praktiken. Konceptet bygger på att ekipaget med det kortare axelavståndet tillåts nationellt, samt att vägar öppnas för bärighetsklass 4.



Figur 3. Koncept för axelavstånd på 5-axlig lastbil motsvarar belastning på väg från en boggi och en trippelaxelgrupp för BK4. Källa: Volvo

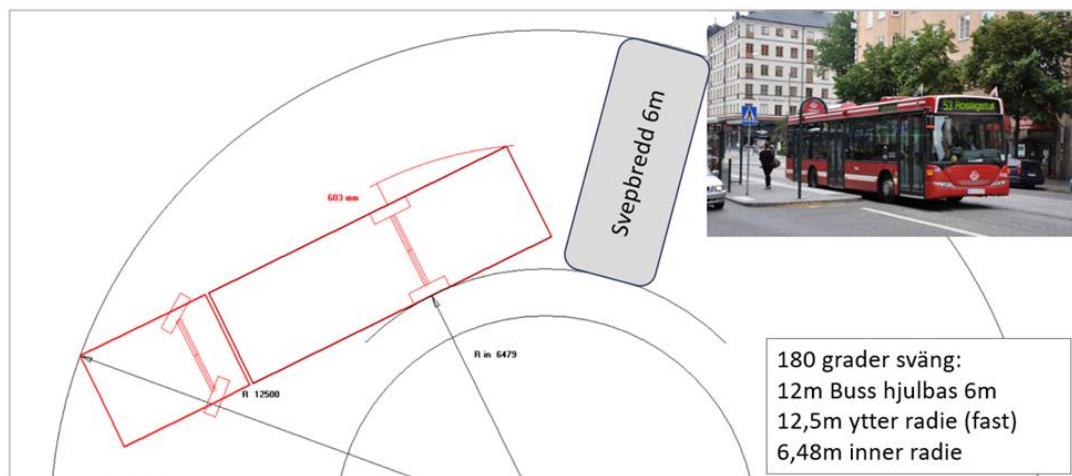


Figur 4. Nuvarande regelverk för bärighetsklasser i Sverige och Finland, samt tillåten bruttovikt och axelavstånd i Danmark, Schweiz och Nederländerna, inklusive förslag för kortare axelavstånd.

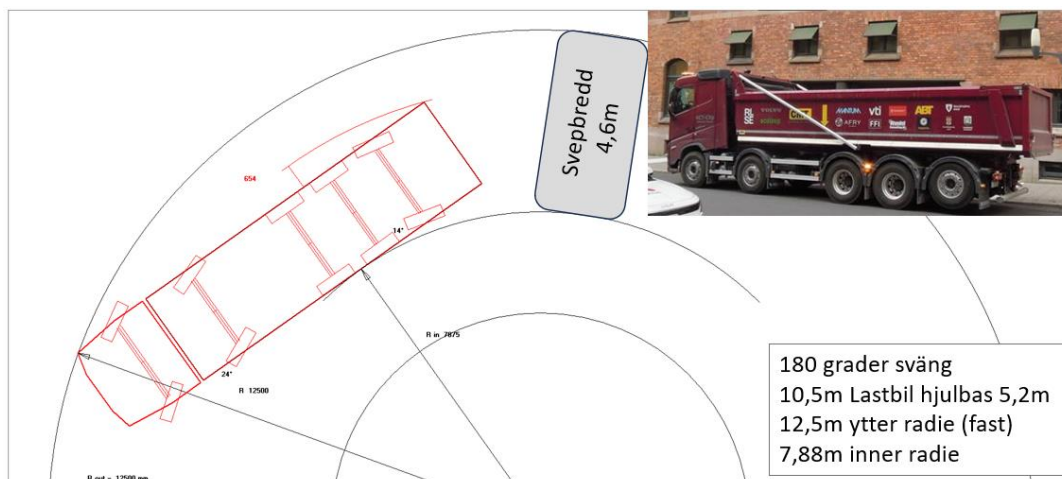
Under projektets gång har två prototyper byggts, båda nyttjar samma axelavstånd, se figur 7. Den andra lastbilen byggdes efter erfarenheter och lärdomar från körningar med den först byggda bilen. För den andra lastbilen har ambitionen varit att försöka flytta fram hydraulik och komprimera påbyggnadens längd för att underlätta lastning. Samtidigt har flaket gjorts högre för att kunna lasta mer längre fram. Den nyare lastbilen är 0,4 meter kortare, har försetts med en lägre hytt och lastcentrum är markerat med en pil på tippflaket, vilket bidragit till bättre manövrerbarhet samt att lastbilen kommer fram där höjden tidigare varit begränsande. Personalen som lastat fordonen i NDS har varit nöjda och tycker det går snabbt att lära sig hur mycket last som kan lastas och hur förarna vill ha lasten. Dock är det viktigt att föraren är erfaren och har bra kommunikation med lastarna, då det finns en vana hos lastarna att lasta mer på den bakre axelgruppen.

För att maximera lastkapaciteten på fordonen som byggts ska lastens tyngdpunkt ligga en bit framför den första axeln i trippelaxelgruppen, se figur 6. Då kan full lastkapacitet på 23,5 ton utnyttjas. Vid transport av vissa typer av skrymmande massor som exempelvis berg eller asfaltsblock har fordonet begränsad lastförmåga då lasten blir mer svårplacerad och kan flytta sig under färd. För jämnt utbredd last ligger lastkapaciteten på cirka 17 ton. Diskussioner har också förts gällande om en kortare dag-hytt vore lämplig för att få fram lasten längre fram, dock behövs fortsatt flakets nuvarande längd bakom sista axeln för tippningen vid nyttjade av höglucka. Som lastbilarna har körts i försöket hade föraren önskat sig en dag-hytt ihop med ett lättare flak med aluminiumlucka bak, som kan öppnas åt sidan, för enklare tömning.

För att få en uppfattning om kravställning för framkomligheten i städer har en jämförelse simulerats mellan den 5-axlade lastbilen och en 2-axlad stadsbuss, vilket anses vara en bra riktlinje då båda behöver ta sig fram i stadstrafik. Simuleringen visar att framkomligheten för lastbilen är bättre med god marginal mot en referensbuss, se Figur 5 och Figur 6. Stadsbussen tar upp nästan 1,5 meter mer vägbredd jämfört med lastbilen.



Figur 5. Simulering av vändradie för tvåaxlad citybuss i vändcirkel med 12,5 meters radie. Bussen har 6 meters axelavstånd mellan axlarna



Figur 6. Simulering av vändradie för fem-axlad lastbil i vändcirkel med 12,5 meters radie. Lastbilen har ett motsvarande teoretiskt axelavstånd på 5 meter (från mitten av de styrbara framaxlarna till mitten mellan de stela drivaxlarna).

Den största fördelen med 42 tons bruttovikt på en 5-axlad lastbil jämfört med 50 ton (48 ton inom 12 meters total längd) på 3-axlig dragbil med 3-axlig tipp-trailer är bland annat att föraren endast behöver C-korts behörighet, samt att ekipaget är kortare och inte ledat. Föraren får därmed en bättre uppsikt runt ekipaget och lastbilen har bättre framkomlighet. En fördel är alltså att det går att nyttja en 5-axlad lastbil där det idag inte går att nyttja ett släp, men det förutsätter att bärigheten på vägarna temporärt kan lyftas till BK4. Skulle 27 ton tillåtas på en trippelaxelgrupp, som i Finland, hade viktfordelningen varit bättre samt bidragit till ett större lastfönster. Detta skulle även innebära en lägre vikt på framaxlarna, cirka 7,5 ton per axel, vilket också är mer förmånligt ur vägsplitagens synpunkt då framaxlarna har singeldäck.



Figur 7. a) Prototypfordon 1 till vänster och prototypfordon 2 bakom till höger. b) Prototypfordon 2

I Figur 7 finns bilder på Prototypfordon 1 och 2 som tagits fram inom projektet och som använts i piloten i Norra Djurgårdsstaden.

Vad gäller säkerhet är fordonet utrustat med speglar och kameror för att ge föraren en god uppsikt över sitt fordon och omgivning. Däribland en kamera som är monterad under sidospeglarna på passagerarsidan för att få en bra bild av oskyddade trafikanter som kan befinna sig i dold vinkel. Ett bergflak med höglucka valdes även det ur säkerhetsynpunkt. Föraren ska inte behöva gå ut för att hantera bakluckan manuellt. Lastningen har fungerat bra, dock har det funnits en lastplats där de haft en liten grävare som behövt positionera sig något annorlunda för att kunna få bättre sikt och räckvidd för att lasta det längre flaket, och provfordonen har då fått vänta in tills andra fordon







lastats klart. Prototypfordon 2 har även haft en kamera på taket för att få uppsikt över flaket och lasten, vilket har varit uppskattat av föraren.

Lastbilens lastindikering, baserat på bälgtryck i luftfjädringen, är ett kompletterande verktyg för föraren som lämpligen bör kombineras med vägning på våg, dock för att kunna visa tillförlitliga värden behöver bälgtrycket kalibreras. För kalibrering nyttjas lämpligen en våg som ligger i någorlunda samma höjd som omgivande marknivå för att kunna väga axlar/axelgrupper var för sig. Kalibrering behöver även utföras vid olika mängd last för att se till att tillförlitligheten är bra inom ett större viktspann. I projektet har våg-plattor i kombination med stationär våg nyttjats vid kalibrering, då vågarna inom krossen ligger för högt jämfört med omgivande mark. Detta för att lätt kunna väga axelgrupperna var för sig.

I detta projekt genomfördes en teoretisk utredning kring optimering av fordonskombinationer för BK4 vägnät, vilken har legat till grund för fortsatta studier. Utredningen gjordes med utgångspunkt från befintliga fordonskonfigurationer som användes i pilot Varberg, kombination 1 och 2, tabell 2, samt konceptfordon (5-axlig lastbil) i projektet. Ett antal olika varianter på olika kombinationer av dragfordon och släp/påhängsvagnar har analyserats teoretiskt och dess optimering för att klara BK4 samt även möjlighet till högre lastkapacitet har utretts. Utredningen visar att genom att både optimera fordonskombination och infrastrukturens bärighet, kan en bättre transporteffektivitet uppnås. Tabell 2 ger en överblick över de fordonskombinationer som ingick i utredningen. Fordonskombination 1 och 2 testades alltså i Varberg. Övriga utreddes teoretiskt.

Resultatet visade att med en optimerad fordonskombination för BK4 (alternativ 4 och 5 i tabell 2) skulle trafiken kunna minska med 38% jämfört med fordonskombination 1. Det förutsätter dock också att vägen uppgraderas till BK4 och att det finns ett sammanhållet vägnät för aktuell sträcka.

Tabell 2. Översikt över fordonskombinationer som ingick i utredning utförd av Volvo (E. Olsson, utredning tabell S. Ranäng)

Fordonskombinationer	Antal axlar	BK1 max bruttovikt (ton)	BK4 max bruttovikt (ton)	Bk4+ max bruttovikt (ton)	BK1 lastvikt (ton)	BK4 lastvikt (ton)	BK4+ lastvikt (ton)	Index BK1	Index BK4	Index BK4+	Totalt axelavstånd (m)
	1 6 (3+3)	52	52		30,5	30,5		1	1		14,4
	2 7 (4+3)	56	56		34	34		-10%	-10%		16,24
	3 8 (5+3)	56	64		31	37		-2%	18%		17,7
	4 9 (4+5)	64	74		39,3	49,3		-22%	-38%		20,475
	5 9 (5+4)	64	74		38	49,3		-20%	-38%		20,2
	6.a 5+5	64	74		37	47		-18%	-35%		21,7
	6.b 5+5	64	74	77	37	47	50			-39%	21,7
	6.c 5+5	64	74	80	37	47	53			-42%	23,2

4.5 AP5: HCT-fordon samt påverkan i tätortsmiljö

Detta arbetspaket omfattade trafikanalyser, väganalyser och bromätning på en utpekad bro i Varberg. Fokus här är mot en sammanfattning av bromätningarna och en omfattande analys av vägunderlagets bärighet i Stockholm för olika axelkombinationer. Trafikanalyserna av piloten i NDS diskuteras utförligt i Kap 4.3 och 4.4, därför presenteras här endast en kort sammanfattning av bromätningar, simulering av vägslitage samt en intervjustudie med förarna kring handhavande och säkerhet för HCT-lastbilen.

4.5.1. Bromätningar

En separat rapport beskriver utförande och resultat av Bromätning som utförts i projektet i sin helhet "HCT-City – Bromätning i Varberg" RISE Rapport 2023:17, N W Portal, M Flansbjer, A Bäckstrand. Denna summeras kort nedan.

Rapporten omfattade en fallstudie där en kontrollerad fältmätning genomfördes på en utvald bro belägen på Österleden i Varberg. Mer specifikt utfördes en deformationsmätning för att förstå konstruktionens verknings sätt beroende på bland annat fordonsvikt- och hastighet.

Bromätningen utfördes i Varberg. Brokonstruktionen bestod av en så kallad Plattrambro med en fri öppning på 4,0 m och en total längd av 4,4 m. Se Figur 8 nedan.



Figur 8. Plattrambro för gång och cykel i Varberg

Utöver den ordinarie trafiken användes en referenslastbil (bruttovikt på 22,4 ton) med dubbla framaxlar och en bakre boggiaxel. Den kördes fram och tillbaka över bron med olika hastigheter vid tre olika tillfällen under mätperioden. De utförda mätningarna visar att broförfarbanans nedböjning är relativt liten och påkänningarna följaktligen små vid passage av referensfordon och andra fordon under den aktuella mätperioden. Referensfordonets hastighet avspeglar sig i varaktigheten för broförfarbanans nedböjning. Hastighet vid bropassagen verkar dock inte ha någon större inverkan på broförfarbanans nedböjning. Det går dock inte att uttala sig om brons bärighet baserat på denna data. Man kan dock konstatera att referensbilen med totalvikt på 22,4 ton ger upphov till en maximal nedböjning på omkring 50 μm . Vidare vägde de tyngsta fordonen som passerade under mätperioden upp mot 63 ton, vilket gav upphov till nedböjningar över 90 μm , och som mest under mätveckan 115 μm .

4.5.2. Simulering av vägslitage

En simulering av vägslitage för Stockholm gjordes också. Den består av en jämförelse med den relativa risken för vägslitage från en 5-axlig HCT-lastbil med tre referenslastbilar med färre axlar och lägre lastkapacitet, som visas i Figur 6 och specificeras i Tabell 3. Analyserna utfördes med hjälp av verktyget ERAPave för vägkonstruktioner och fokuserade på tre vägstrukturer representativa för Stockholms stadsområde, där HCT-lastbilen har använts.

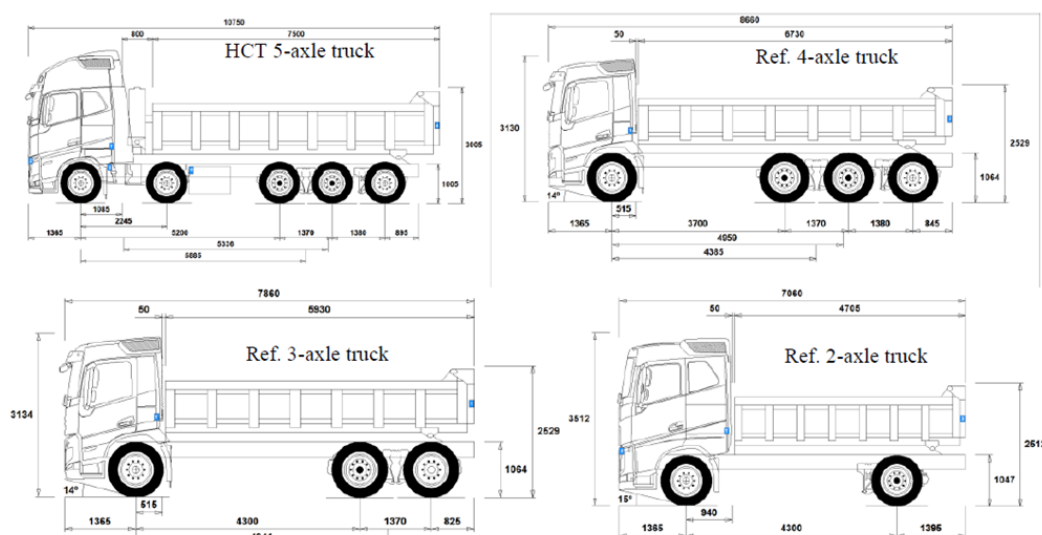
För att ta hänsyn till säsongsvariationer delades året in i fem säsonger baserat på mätningar av vägytans temperatur. De årliga skadefaktorerna beräknades genom att väga in varje säongs bidrag till skadorna utifrån deras respektive varaktighet.

En beräkning gjordes på de relativa skadekvoterna för olika fordon, med 2-axliga lastbilar som referens. Två huvudsakliga typer av vägskador utvärderades:

- Utmattningsprickor i asfaltlagret (nära ytan) och
- Permanenta deformationer i det djupare fundamentet.

Resultaten visar att HCT-lastbilen orsakar något mer skada än den 4-axliga lastbilen men mindre än de 3-axliga och 2-axliga lastbilarna. Den relativa skadan beror både på vägkonstruktionen och årstiden. Skillnaden i risk för vägslitage mellan HCT-lastbilen och den 4-axliga lastbilen är dock generellt sett liten i de flesta scenarier.

Med tanke på HCT-lastbilens potentiella fördelar, såsom förbättrad bränsleeffektivitet och färre transporter, kan dessa fördelar väga tyngre än den något ökade risken för vägslitage och andra skador jämfört med de 4-axliga fordonen. Noterbart är dock en stor förbättring jämfört med en lastbil med tre axlar avsedd för BK2. Ytterligare forskning som använder mer avancerade analysmetoder skulle vara värdefull för en mer heltäckande bedömning av HCT-lastbilens påverkan på lång sikt. För mer information om vägslitageanalysen se artikeln som presenterades på HVTT17¹¹, även listad under publikationer.



Figur 9 HCT-lastbilen och referenslastbilar

¹¹ S. Rahman, S. Kharrazi and S. Erlingsson, "High-capacity transport in cities and the impact on the roads," in proceedings of the 17th International Symposium on Heavy Vehicle Transport Technology (HVTT17), Brisbane, Australia, 2023. [\(PDF\) HIGH-CAPACITY TRANSPORT IN CITIES AND THE IMPACT ON THE ROADS](#)

Tabell 3. Relevanta parametrar för lastbilarna

Description	HCT 5 axle truck (BK4)					4 axle truck (BK4)				3 axle truck (BK2)			2 axle truck (BK2)	
	Axle 1	Axle 2	Axle 3	Axle 4	Axle 5	Axle 1	Axle 2	Axle 3	Axle 4	Axle 1	Axle 2	Axle 3	Axle 1	Axle 2
Tire type	Single	Single	Dual	Dual	Single	Single	Dual	Dual	Single	Single	Dual	Single	Single	Dual
Tire pressure (Bar)	9	9	8	8	9	9	8	8	9	9	8	9	9	8
Axle type	Steered	Steered	Driven	Driven	Steered	Steered	Driven	Driven	Steered	Steered	Driven	Steered	Steered	Driven
		Liftable			Liftable				Liftable			Liftable		
Tire size	385/65	385/65	315/80	315/80	385/65	385/65	315/80	315/80	385/65	385/65	315/80	385/65	385/65	315/80
Axle load (loaded vehicle)	9 t	9 t	8.4 t	8.4 t	7.2 t	9 t	8.4 t	8.4 t	7.2 t	9 t	8.7 t	5.8 t	8 t	10 t
Axle load (empty vehicle, lifted axles)	8 t	Lifted	5 t	5 t	Lifted	5.5 t	4.75 t	4.75 t	Lifted	4.7 t	7.3 t	Lifted	5 t	6 t
Axle load (empty vehicle, no lifted axles)	4.5 t	4.5 t	3.15 t	3.15 t	2.7 t	6 t	3.1 t	3.1 t	2.8 t	5.6 t	3.9 t	2.6 t	5 t	6 t
Gross weight	42 t					33 t				23.5 t			18 t	
Empty weight	18 t					15 t				12 t			11 t	
Carried load	24 t					18 t				11.5 t			7 t	

4.5.3. Intervjustudie

En kort intervjustudie gjordes med två förare som hade kört HCT 5-axligt konceptfordon. Först en 25-årig kvinna med liten erfarenhet av att köra andra lastbilar och sedan en 50-årig man med många års erfarenhet av att köra olika typer av tunga fordonskombinationer. Syftet var att undersöka om de hade upplevt några specifika trafiksäkerhetsproblem med att köra HCT 5-axligt konceptfordon. De båda var positiva till HCT konceptfordonen och upplevd trafiksäkerhet. De hade inte stött på några specifika risker med konceptfordonen. Den fullständiga intervjun med förarnas svar finns i Bilaga 2.

4.6 AP6: Pilot Norra Djurgårdsstaden (NDS)

I detta avsnitt beskrivs piloten i Norra Djurgårdsstaden, dispensarbetet samt resultat från körningarna och slutsatser av dessa.

4.5.3. Beskrivning av pilotupplägg

Norra Djurgårdsstaden (NDS) är ett av Sveriges största stadsutvecklingsområden. Området sträcker sig från Husarviken i norr till Loudden i söder, längs med vattenområdet Lilla Värtan. Inom ramen för NDS-projektet planeras totalt 12 000 nya bostäder och 35 000 nya arbetsplatser.

Norra Djurgårdsstaden har agerat pilotprojekt för flera nya hållbarhetsinriktade metoder och verktyg. Bland annat har ett masslogistikcenter konstruerats på området, Figur 10.

Verksamhetsområdet Norra Djurgårdsstaden med masslogistikcenter markerat i rött och krossen markerat i gult. Figur 10. Inom ramen för projektet planerades tester av två 5-axlade HCT-lastbilar, med NDS som pilotområde. Den första lastbilen togs i drift under våren 2023 och har främst transporterat massor internt inom Norra Djurgårdsstaden, framför allt mellan byggarbetsplatserna och masslogistikcentret, men även längre transporter har skett till kringliggande deponier och täkter. Under hösten 2024 ersattes lastbilen av en ny 5-axlad bil, som körde ungefär samma rutter.



Figur 10. Verksamhetsområdet Norra Djurgårdsstaden med masslogistikcenter markerat i rött och krossen markerat i gult.

4.5.3. Dispensarbete; Varför, processen och lärdomar

Varför: I projektet har dispenser för HCT-fordonen i Norra Djurgårdsstaden varit nödvändiga, eftersom fordonen överstiger rådande bärighetsklasser på de aktuella körsträckorna.

Process: Dispenserna har utformats utifrån diskussioner med de berörda parterna för att specificera tänkta rutter och fordonets tekniska specifikationer. Dessa initiala dispenser har sedan utökats att omfatta fler vägsträckor, i syfte att möjliggöra ökad flexibilitet för lastbilarna. Markägare för de specifika vägarna har varit både Stockholm stad och Trafikverket, så olika dispenser, med något olika utformning, har fått sökas för att sammankopplas till kompletta rutter.

Lärdomar: Det är viktigt att dispensarbetet påbörjas i god tid och att innehållet i dispensen, samt dispensens syfte, förankras med berörda parter. Utifrån fordonets tekniska egenskaper är det viktigt att den färdiga dispensen tillåter lastfönster för flera axlar, i stället för att begränsa trycket på varje enskild axel. Det är framför allt viktigt att åkaren är informerad kring hur dispensens

utformning påverkar hur fordonet får lastas och vilka rutiner som gäller vid polisiär kontroll av fordonet. Vidare är det viktigt att åkaren är väl införstådd med fordonets tekniska egenskaper och hur dessa skiljer sig från konventionella fordon. En nära dialog med polisen är även viktig för att skapa en dialog och förståelse.

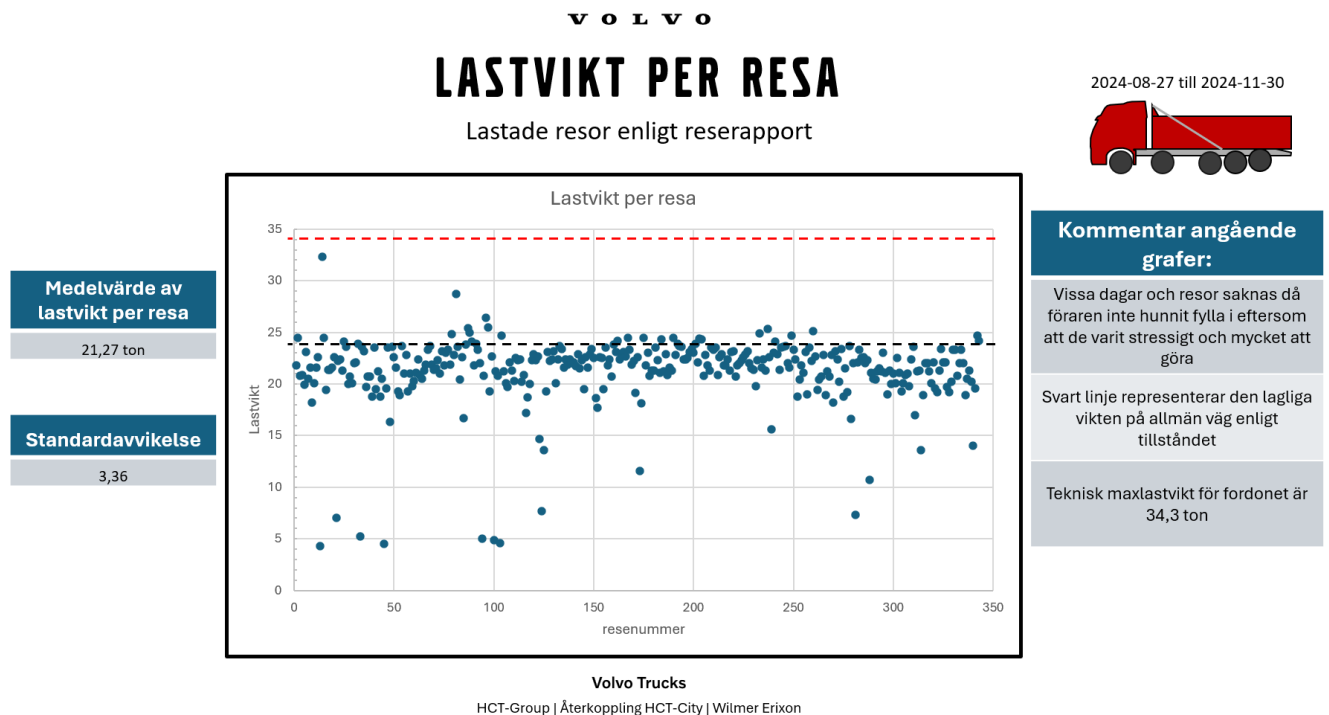
4.5.3. Resultat från körningar i Piloten

Prototypfordon 1 kördes i projektet som fältprov från mars 2023. I slutet på augusti 2024 ersattes prototypfordon 1 med prototypfordon 2, se Tabell 4. Det har främst varit en förare som kört provfordonet, vilken byttes i april 2024. Den förare som började i april har därför kört båda provfordonen.

Tabell 4. Prototypfordonens nyttjande i försöksverksamheten i NDS området

Lastbil	Start fältprov	Mätarställning (km)	Slut fältprov	Mätarställning (km)
Prototyp 1	2023-03-06	1500	2024-08-28	21 500
Prototyp 2	2024-08-28	1375	2024-12-13	5400

De båda provfordonen har kört upp till 30 resor om dagen och transporterat totalt upp till 650 ton last per dag. I Figur 11 finns samtliga resor som föraren rapporterat in fram till 30 november 2024 för prototypfordon 2. Några testslingor kördes med en bruttovikt på över 42 ton för att verifiera lastbilens kalibrering av lastindikator för högre vikter. Transporter med avvikande och låg lastvikt, är oftast kopplat till hämtning av den sista schaktmassan som fanns kvar på den platsen.

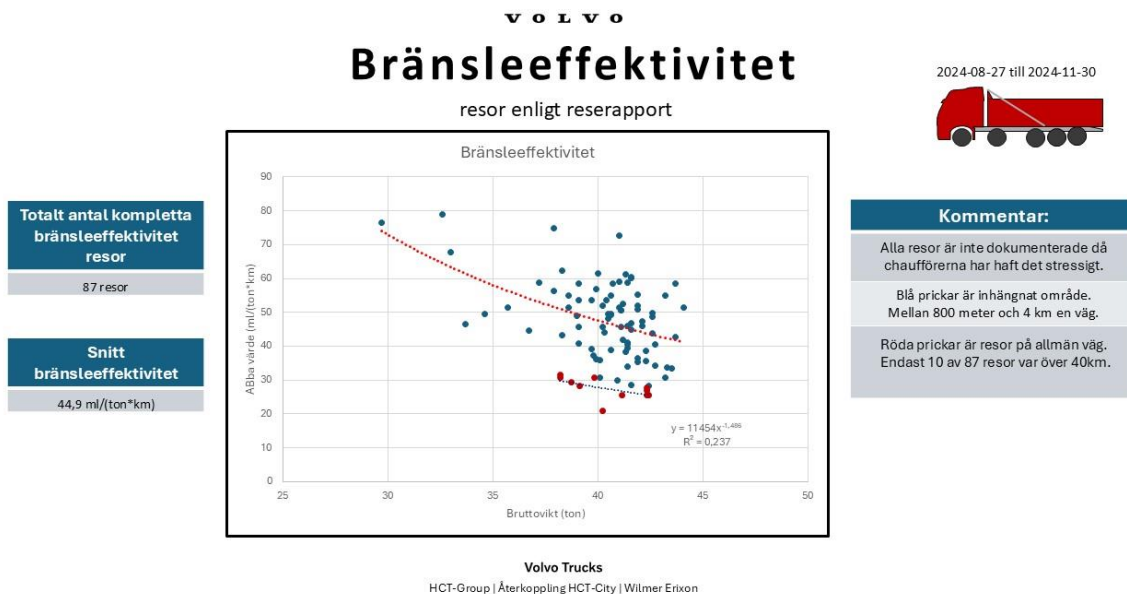


Figur 11 Lastvikt per resa för prototypfordon 2. Svart streckad linje markerar tillåten lastvikt på allmän väg & röd streckad linje markerar max teknisk lastvikt på fordonet



Figur 12. Prototypfordon 2 vid lastning och lossning

För att få ett bra mått på energieffektivitet är ABba-metoden ett rimligt verktyg att använda. ABba-metoden tar hänsyn till bränsleförbrukningen för ett transportuppdrag för en resa som inkluderar både lastad (A-B) och olastad körsträcka (a-b), se Bilaga 3. Provfordonen i Norra Djurgårdsstaden har kört mycket korta sträckor, med många start och stopp. Ibland även med längre väntetider inför lastning. Utifrån de kortare körningarna ger ABba-metoden en stor variation då inverkan av yttre faktorer blir mycket stor på bränsleförbrukningen, se de blå mätpunkterna i Figur 13. För Prototypfordon 2 har några längre resor utförts, vilka är de röda mätpunkterna i Figur 13, vilket ger en indikering på en ABba-förbrukning på cirka 20ml/tonkm. Resultatet är helt beroende av transportavståndet.

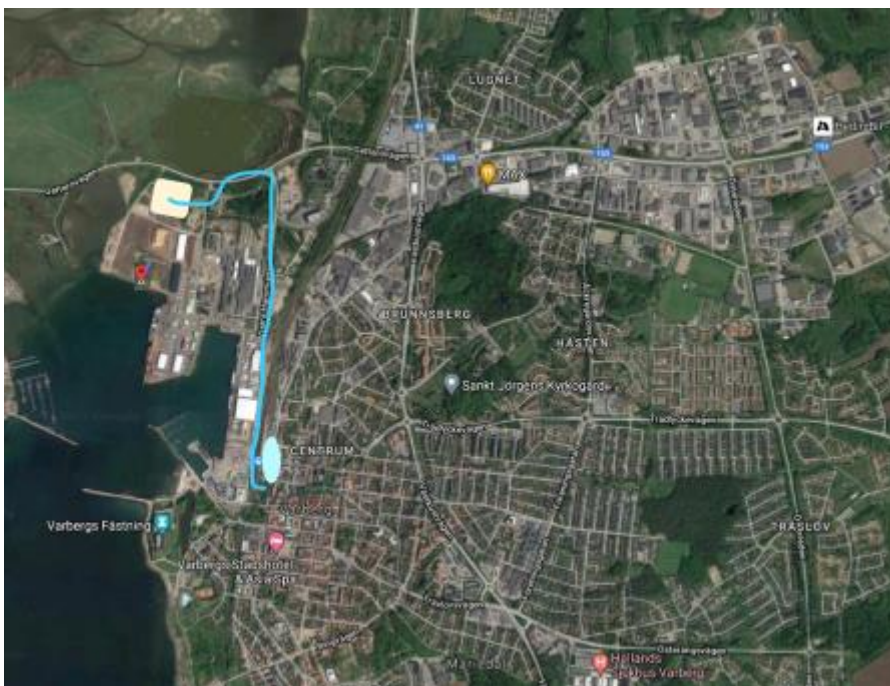


Figur 13. ABba-förbrukning för prototypfordon 2

4.7 AP7: Pilot Varbergstunneln

Väst kustbanan byggs ut till dubbelspår genom att en tunnel byggs under Varbergs centrum¹². Projektet hade byggstart 2019 och trafiken på dubbelspåret planerar att öppna under juli 2025. Varbergstunneln är ett strategiskt viktigt järnvägsprojekt och entreprenören *Implenias* första ECI-projekt¹³ (Early Contractor Involvement¹⁴). Totalt handlar det om cirka 1,4 miljoner kubikmeter material (sten, jord och lera) vilket blir cirka 3 miljoner ton som förflyttas i projektet. Fördelningen av sten och mjuka massor förväntas vara ca 50/50. Sten borttransporteras nattetid från tunneln. Under mars 2021 var 46 lastbilar och 21 släp aktiva. Av dessa ägde projektparten *Mantum* nio lastbilar och sex släp. Materialet transporterades längs ett antal olika rutter, dels till upplag i närområdet men kontaminerade massor transporterades till deponier längre bort.

I detta arbetspaket låg koordineringen av all den datainsamling som gjordes från referensfordon, bromätningar, WIM-bridge (Weight in Motion) och andra mätningar som utfördes i fältstudien, exempelvis genom puckar i fordon eller via Fleet Management System. Nödvändiga tillstånd hos kommunen för mätningarna har hanterats i arbetspaketet samt också GDPR-avtal med åkeri och chaufförer. Resultat och slutsatser från fältförsöken i Varberg presenteras främst i AP3 och AP5 och till viss del i AP4. I detta avsnitt lyfts övergripande resultat och hänvisningar görs även till andra rapporter och underlag där resultaten presenteras i sin helhet. Den rutt som studerats mest och där fältprov genomförts framgår av Figur 14 (blå linje). En rad andra rutter har också studerats inom projektet.



Figur 14. Schematisk karta över Varberg med en av de undersökta rutterna (Bild D. Rylander)

¹² [Varbergstunneln, Väst kustbanan, Varberg–Hamra - www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se) (2024-12-09)

¹³ <https://implenia.com/sv-se/media/foeremaal/vi-kan-se-in-i-varbergstunneln/> (2024-12-09)

¹⁴ <https://upphandling24.se/tidigt-engagemang-ar-modellen/> (2024-12-09)

För pilot Varberg har tre huvudsakliga studier genomförts:

- Systemkoncept i produktionsmiljö HCT (RISE, AP3)
- Bromätning (RISE, AP5)
- Utredning och optimering av fordonskombinationer (Volvo, AP4)

I rapporten: *HCT-City: Systemkoncept i produktionsmiljö*¹⁵ av David Rylander sammanfattas syfte och bidrag, kunskapsläge och relaterad forskning, metod samt resultat från den fältstudie som genomförts i Varberg. I resultatet behandlas bland annat tillförlitlighet vid vikt- och lastmätningar, hjullastarens vågsystem, bränsleförbrukningsmodell, transportmodell, energiförbrukning och effektivitet, lastbilarnas fyllnadsgrad, transporterarnas produktivitet mm. Avslutningsvis återfinns slutsatser, framtida arbete och rekommendationer. Sammanfattningsvis kan sägas att det finns en stor potential att optimera hela produktionsprocessen inklusive lastning, lastkapacitet och transportoptimering. Exempelvis är det idag svårt för föraren och lastaren att säkerställa att fordonskombinationen lastas optimalt och korrekt. Olika sensorer visar olika viktdata och exempelvis lastindikatorer visar inte korrekt vikt förrän efter en stunds körning. Det finns med andra ord en stor potential till förbättringar.

Broar är en av de känsligaste delarna av infrastrukturen och mot bakgrund av det genomfördes en bromätning av RISE i samband med den andra WIM-bridgemätningen i augusti 2023. Bromätningen utfördes på en plattrambro tillverkad av Prefab. Inför bromätningen hämtades underlag kring broarnas konstruktion på aktuell vägsträcka med hjälp av kommunens BATMAN system¹⁶. BATMAN är ett hjälpmedel för effektiv förvaltning av broar, tunnlar och andra typer av byggnadsverk som Trafikverket administrerar, men som också är öppet för kommuner att använda.

Resultatet av bromätningen i Varberg finns redovisat i detalj i RISE rapport: 2023:17¹⁷, *HCT-CITY Bromätning* av N Williams Portal et al. samt också översiktligt beskrivet under AP5 i denna rapport. Denna är sammanställd av broexperter på RISE. Nedböjningen blev mycket liten och påkänningarna små. Hastigheten för fordon hade en väldigt liten inverkan på nedböjningen för aktuell bro, se mer information om försöket i AP5 samt i rapport: *HCT-City Bromätning i Varberg*¹⁸.

I Varberg finns ingen längdbegränsning för lastbilar och aktuellt vägnät är huvudsakligen BK1. Vid fältstudierna i Varberg deltog åkeriet Mantums ordinarie flotta. För att undersöka hur fordonsflottan skulle kunna optimeras för ett BK4-vägnät genomfördes en utredning av Volvo och AFRY. För att få bättre kunskap om framkomlighetsbehov, manövrerbarhet och hur fordonen nyttjades vid utlastning av bergmassor från norra tunnelmynningen och transport ner till upplag vid hamnen anordnades medåkning för projektdeltagare från AFRY, Volvo och RISE.

¹⁵ *HCT-City Systemkoncept I produktionsmiljö HCT*, David Rylander 2025

¹⁶ <https://batman.trafikverket.se/> (2024-12-10)

¹⁷ N Williams Portal, M. Flans 'berger et al *HCT-City Bromätning i Varberg* <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1856372/FULLTEXT01.pdf> 2023-12-10

4.8 AP8: Systemanalys och konsolidering av slutsatser

I detta arbetspaket analyserades systemeffekter av att införa HCT genom etablerandet av KPI:er för fyra illustrativa fallstudier. Alla beräkningar finns beskrivna i bilaga 4. Scenarier togs fram för införande fram till år 2045 och beräkningar gjordes sedan för åtta olika typiska fordonskombinationer (A-H) enligt en viss procentfördelning enligt tabell 5.

Tabell 5: Fordonsfördelning och BK-klass för olika beräkningsfall

	A	B	C	D	E	F	G	H
Längd	12 m	12 m	17 m	25,25 m	12 m	12 m	12 m	25,25 m
Typ	singel	singel	Drag+tipp	bil+släp	singel	singel	singel	bil+släp
BK-klass	BK2	BK1	BK1 & BK4	BK1	BK4	BK4	BK4+	BK4

Här beskrivs de olika fall vi räknade på mot målår 2045 och som återfinns i Tabell 7 (utom fall 1):

Fall 1 (hypotetiskt): Flytta 1 000 ton bergmassa 10 km i en slinga på plan mark i 30 km/h där bilen står still i 30 minuter per vända. KPI-er beräknades för de åtta fall i Tabell 5 där vart och ett av typfordonen utförde hela uppdraget enligt en bestämd procentuell fördelning.

Fall 2: Alla lastbilstransporter vid byggandet av järnvägstunneln under Varberg. 1,7 miljoner kbm som vägde 3 miljoner ton har transporterats. Vi antog i snitt en körsträcka på 12,3 km med 30 km/h och stillastående 30 min per vända. Nyttan beräknades som skillnaderna i KPI-er utan respektive med HCT-dispenser.

Fall 3: Nyttan uppskalad för alla tätorter tillsammans nationellt om anläggningstransporterna hade fått dispens att köra efter högre bärighetsklass än tillåtet. Data från 2023.

Fall 4: Nyttan med Intelligent Access (IA) för alla tätorter tillsammans om anläggningstransporterna hade fått dispens att köra efter högre bärighetsklass än tillåtet endast om IA används och där max bruttovikt höjts med 5%. Data från 2023.

4.8.1. Framtida potential: Skalbarheten och scenarier för införande fram till 2045

En framtidsanalys gjordes där vi utgick ifrån ett nuläge år 2025 med en fordonsfördelning för masstransporter i tätort med en mix av 40% BK2, och resten BK1 (60%). Denna fordonspark ersätts i våra beräkningar till år 2045 med en mix av 15% BK2, 45% BK1 och 40% BK4+ bestående av exempelvis olika 5-axliga kombinationer. Med BK4+ menas kombinationer som i dagsläget inte är godkända för BK4. En hel del besparingar och nyttor uppstår då enligt tabell 7, både vad gäller körda fordonskilometer, samhällsekonomisk kostnad och minskade utsläpp.

Tabell 6. Möjligt införande av HCT-fordon för anläggningstransporter under kommande år för tätort. Scenario med möjlig förändrad i fordonsfördelning.

2025		2045		
BK2	BK1	BK2	BK1	BK4+
40%	60%	15%	45%	40%

Förutsättningarna för den systemanalys som genomfördes och den kalkyl som tagits fram i bilaga 4 baseras i huvudsak på Varbergspiloten men även data från piloten i Norra Djurgårdsstaden har använts. Denna data räknades sedan upp till nationell nivå genom ett hypotetiskt införande av HCT-fordon i Sverige mot år 2045 och detta resultat visas i Tabell 7. Notera att detta är en teoretisk modell och de antaganden som beskrivs i bilaga 4 vad gäller potentialen med HCT-fordon ska ses som indikativa.

Tabell 7. Besparing i procent för olika framtida scenarier. Fall 2–4.

	Fall 2	Fall 3	Fall 4
	Varberg	Nationellt	Nationell med IA*
	2045: Besparing i %		
Marknadspris	10%	21%	32%
Samhällsek. Kostnad	10%	22%	32%
CO2-utsläpp	10%	21%	32%
Trafikutrymme	16%	23%	34%
Tidsåtgång	16%	29%	39%
Körda fordonskm	15%	29%	39%

*) Nyttan med Intelligent Access (IA) för alla tätorter tillsammans om anläggningstransporterna hade fått dispens att köra efter högre bärighetsklass än tillåtet endast om IA används och där max bruttovikt höjts med 5%

4.8.2. Samhällsekonomiska kalkyler och diskussion

Enligt beräkningar redovisade i bilaga 4 och med den fordonsmix som redovisas i Tabell 6 för exemplet i projekt Varbergstunneln minskar då antalet fordonskilometer med cirka 15%, den samhällsekonomiska kostnaden minskar med cirka 10% och både trafikutrymme och CO2-utsläpp minskar med cirka 10%. I Varberg utfördes dock bara 14% av transportarbetet på BK2-väg. Detta ser man på att den relativa nyttan blir lägre jämfört med på en genomsnittlig nationell nivå.

Skalar vi upp detta för alla Sveriges transporter av massor på ett år baserat på data från 2023 så minskar då antal fordonskilometer med cirka 29%, den samhällsekonomiska kostnaden minskar med cirka 22% och CO2-utsläppen minskar med cirka 21%. Trafikutrymmet minskar med 23%. Notera att andelen nyttjad BK2-väg antas minska mellan åren 2025-2045 från 40% till 15%.

Skulle vi även lägga till Intelligent Access (IA), dvs få bättre kontroll över över- och underlaster och antagandet att man då kunde höja maximal bruttovikt med 5%, skulle motsvarande siffror på nationell nivå bli en minskning av antal körda fordonskilometer med hela 39%, den samhällsekonomiska kostnaden minskar med 32% och CO2-utsläppen minskar också med 32%.

Ovan exempel visar potentialen inte bara med fler HCT-fordon utan även nyttan med digitala verktyg för framtida scenarier. Med införandet av högre BK-klassning och tillägg av IA, kan antalet underlaster minska och det går att lasta mer utan att det blir överlast och utan att vägslitaget ökar.

4.8.3. Upphandlingsunderlag, affärsmodell, incitament och regelverk

Feedback från åkeriet i Norra Djurgårdsstaden ger information om att man kunde lasta nästan 24 ton med den 5-axlade prototypbilen i stället för 16 ton som för 4-axligt fordon (BK1) och 12 ton för 3-axligt fordon (BK2) med max längd 12 meter. Bruttovikten för den 5-axlade bilen är 42 ton. Det

blir ungefär 8 ton mer per körning mot BK1 och nästan 80 ton mer last per dag vid 10 turer. Med en betalningsmodell på 75:-/ton ger detta cirka 6000 kr mer i intäkt per dag. CO2-besparingen blir cirka 270 kg per dag förutsatt bil med dieselbränsle (källa: Fabian Wrede). CO2-besparingen baserad på 10 liknande bilar på ett 10-års projekt med 260 arbetsdagar per år skulle då bli 7020 ton CO2, se Tabell 8. Potentiell CO2-besparing för fler 5-axlade fordon

Tabell 8. Potentiell CO2-besparing för fler 5-axlade fordon och 10 år i Stockholm.

Potential CO2-besparing	
Antal lastbilar	10
Arbetsdagar/år	260
CO2 besparing/dag	270 kg
Total CO2-besp.	7020 ton

Flera kommuner ser fördelar med 5-axlade fordon och att kunna lasta mer, men man är från politiskt håll också väldigt orolig för trafiksäkerheten för gående och cyklister samt hur vägslitaget kan påverkas. Här krävs antingen information/utbildning eller konkreta åtgärder på fordonen eller både och. En kommun (källa: Helsingborg) hävdar att en uppklassning från BK1 till BK4 kostar cirka 250 KSEK per mil väg. Oavsett så krävs en ändring av regelverket för att korta, 5-axliga fordon ska kunna användas i tätorter i Sverige.

5 Spridning och publicering

5.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Förankras inom TrV:s Fol-program
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	x	Forts. i FEMAS
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	x	Via Volvo Technology
Introduceras på marknaden	x	En del av ambitionen
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut	x	Pågår i dialog med kommuner och Transportstyrelsen

5.2 Kopplingar till relevanta projekt

Det finns många kopplingar till andra pågående projekt och kunskapsdelning och kunskapsinhämtning har skett kontinuerligt under projektets gång. Nedan beskrivs några av dessa.

- **Projekt Logistik och systemeffekter – Multimodalt transportsystem med längre fordon på den sista milen (HCT DUO DEMO)** – som beviljades 2022 kom igång med demonstrationsfordon under 2023. Lead Region Örebro län Finansiering Energimyndigheten.
- Projektet **Autofreight2- Effektiva transportsystem för regionala containertransporter** bas är containertransport med mellan Göteborgs hamn och E-handelscentrum, Viared i Borås. Mål: Visa hur långa HCT-fordon kan användas, om ett begränsat vägnät öppnas, genom samverkan inom teknik och logistik. Finansiering var via Vinnova

- [DHEELS Demonstration av högt energieffektiva logistiksystem | Vinnova](#) –maj 2024-maj 2027 DHEELS kommer att demonstrera och utvärdera energieffektiva logistiksystem med högkapacitets lastbilstågskonfigurationer för olika typer av case, drivna av fossilfri energi.
- [High Capacity Intermodal Transport \(HCIT\) – effektiv och konkurrenskraftig intermodalitet för skogsnäringen](#) – I förstudien utgick vi Trafikverkets förslag och fördjupade kunskapen om förutsättningar och möjligheter av de två föreslagna stimulansåtgärderna på två fallstudier samt generaliserade slutsatserna. Förstudie TripleF
- [Uppföljning av införandet av längre fordon](#) –utvärdering av effekter efter öppnandet av vägnät för längre fordon 1 december 2023. Start 2024. VTI genomför studien och TrV är Finansiär.
- [Elektriska lastbilar och Intermodalitet](#)¹⁹ - Avslutas dec 2024. Testbädd i 3 år för drift elektriska lastbilar HCT i anslutande transporter i intermodala logistikkedjor. 2021-2024. Lead CLOSER. Finansiär: Triple F
- [Autofreight 2](#) – Effektiva transportsystem för regionala containertransporter. April 2022- feb 2025. Lead Volvo. Finansiär: Vinnova FFI.
- [TREE Transition to efficient electrified forestry transport](#). 2023-2026. Systemdemonstrator. E-HCT kombination pilot mm Lead: Skogforsk. Finansiär: Vinnova FFI Accelerera.

5.3 Informations spridning

Projektet har haft stor spridning dels genom omnämmande i artiklar, facktidningar samt även i dagstidningen Hallands Nyheter. Projektet har blivit valt till ett av 100 utvalda projekt på Ingenjörsvetenskapsakademiens lista på 100 projekt²⁰. Även parter har under projektets gång lyft information om projektet. Här nedan följer några axplock:

Omnämmande i artiklar och facktidningar:

- Hallands Nyheter
- Ingenjörsvetenskapsakademien 100 utvalda projekt
- Stockholms stad: [Test av effektiv lastbil som bidrar till färre byggtransporter | Norra Djurgårdsstaden 2030](#)
- FOI HCT Nordisk konferens
- Round Table Urban Mobility
- Projektets hemsida: [Projektet – HCT-City](#)
- RISE hemsida: [HCT City: Fallstudie om massgods i städer - piloter och systemanalys | RISE](#)

Populärvetenskaplig

Logistikpodden:

Avsnitt 1: [En förarlös framtid - Logistikpodden med Nina Modig och Per Olof Arnäs](#)

Avsnitt 2: [Den digitala revolutionen - Logistikpodden med Nina Modig och Per Olof Arnäs](#)

Avsnitt 3: [Miljöaktivisten som blev riskkapitalist - Omställning till cirkulär ekonomi med Gustav Stenbeck - Logistikpodden med Nina Modig och Per Olof Arnäs](#)

Facktidningar:

Facktidning Byggvärlden: [Forskning: dubbel last per körning och ändå spara bränsle | Byggvärlden \(byggvarlden.se\)](#)

Svensk Åkeritidning:

¹⁹ <https://CLOSER.lindholmen.se/projekt/elektriska-lastbilar-och-intermodalitet>

²⁰ [HCT-City - IVAs 100-lista 2022v](#)

<https://www.akeritidning.se/sv/nyheter/effektivare-anlaggningstransporter-i-stader-inom-rackhall>

5.4 Publikationer

Paper/posters:

F Cederstav et al 2022; High Capacity transport with intelligent access – A Swedish case study of transporting excavated material, paper TRA Lisboa 2022. Paper: [High capacity city transport with intelligent access - A Swedish case study of transporting excavated material - ScienceDirect](#) Poster: https://www.ri.se/sites/default/files/2023-02/TRA2022-A1-Poster-%23229%20FINAL%20221102_0.pdf

S. Rahman, S. Kharrazi and S. Erlingsson, "High-capacity transport in cities and the impact on the roads," in proceedings of the 17th International Symposium on Heavy Vehicle Transport Technology (HVTT17), Brisbane, Australia, 2023. [\(PDF\) HIGH-CAPACITY TRANSPORT IN CITIES AND THE IMPACT ON THE ROADS](#)

Rapporter:

N. Williams Portal, Mathias Flansberger et al. HCT City - Bromätning i Varberg, , RISE Rapport: 2023:17 <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1856372/FULLTEXT01.pdf> 2023-12-10

S Ranäng, F Cederstav, L Larsson, M Mustonen, S Wandel, 2025. Omvärldsanalys och prioriteringar för effektivare masstransporter i städer RISE Rapport 2025.20: . <https://ri.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1940685&dswid=245>

D Rylander, 2025. Systemkoncept i produktionsmiljö. Rise RAPPOPRT 2025:18 <https://ri.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1937418&dswid=-4599>

6 Slutsatser och fortsatt forskning

De viktigaste slutsatserna i detta projekt diskuteras här och delas upp i infrastruktur, fordon, digitala verktyg, systemperspektiv och regelverk samt fortsatt forskning enligt nedan.

6.1 Infrastruktur

- Många kommunala vägar kan troligen uppgraderas till antingen BK1 eller BK4 men det krävs en genomgång av bärighet, framför allt på känsliga, äldre broar.
- Det är önskvärt att det i varje kommun finns ett sammanhållet vägnät med minst BK1 och helst BK4 där tyngre transporter kan ske på ett effektivt och säkert sätt.
- För att kunna passera känslig infrastruktur så som broar som i dagsläget inte klarar BK1 eller BK4 kan kommunen reglera hastigheten över broar och sänka den för just dessa ekipage. Här finns det tidigare erfarenhet både från statliga vägar och pågående forskningsprojekt kring geofencing för sänkt hastighet över broar. Ett exempel är från Norrland för att kunna tillåta högre laster vintertid (då det är tjäle i marken).
- När det gäller fordonstågskombinationer för masstransporter är det vikten som är dimensionerande och därmed är inte framkomligheten i infrastrukturen oftast inte ett problem (däremot kan det ha stor betydelse vid lastning och lossning samt manövrerbarhet inom arbetsområde) Vissa städer har dock infört längdbegränsningar, vilket påverkar vilka fordonkombinationer som är möjliga i urban miljö.

6.2 Fordon

- En 5-axlig lastbil har mindre svepyta än en typisk tvåaxlig stadsbuss

- Lastkapaciteten för bägge prototypfordon har verifierats till 23,6 ton utan risk för överlast av trippelaxeltrycken.
- För en ny bil+släp kombination med 5+4 axlar kan antal körda km/ton minskas med upp till 38%. Denna kombination finns redan på marknaden i Finland.
- Genom att använda fordonskombinationer 4+5 samt 5+4 skulle lastkapaciteten kunna optimeras för BK4 vägnätet (74 ton). Fordonskombination 5+5 skulle kunna ge ytterligare lastkapacitet men då blir bruttovikten högre än 74 ton (dispens för det skulle kunna ges om fordonen exempelvis geofencades och/eller att andra särskilda villkor uppfylldes – ex. insamling av statistik)
- Skulle 27 ton tillåtas på en trippelaxelgrupp, som i Finland, hade viktfördelningen varit bättre samt bidragit till ett större lastfönster.
- Det finns ett behov av tydliga referensfordon och mätningar på dessa (ex. 4-axlig grusbil)
- Referensbilen med 3 axlar och BK2 (s.k. Stockholmsbil) har för NDS sällan varit aktuell
- Förmågan att lasta rätt med rätt axellaster är en fråga som bör genomsyra hela branschen

6.3 Digitala verktyg

- Både ombordvågar och kontrollvågar längs vägar behöver ses över så att man får en enhetlig standard
- Det finns en stor potential att minska både över- och underlaster och köra effektivare om man inför bättre digitala verktyg
- Det finns en potential att optimera hela produktionsprocessen inklusive lastning & transporter. Det är svårt idag för föraren och lastaren att säkerställa att fordonskombinationen lastas optimalt och korrekt. Olika sensorer visar olika vikter och exempelvis lastindikatorer visar inte korrekt vikt förrän efter en stunds körning.
- Projektet har prioriterat en metod för kalibrering av sensorer för axlar samt utmärkning av lastcentrum på lastbilens flak.
- Att ha optimal vikt och viktfördelning på fordonskombinationer för masstransporter är en mycket viktig aspekt och en viktig del i projektet var därför att studera olika viktindikatorer från olika datakällor (våg på lastare, kluster som förare ser, rFMS samt andra viktgivare). Detta för att kunna se skillnaden i noggrannhet och om de ger liknande utslag samt hur de kan kalibreras. Viktindikatorerna kan bidra till korrekt last på fordon dvs varken under- eller överlast. Att underlätta för både lastare och chaufförer att lasta rätt är en viktig aspekt för att säkerställa minimering av negativa effekter av tyngre fordonskombinationer och att varken axel- eller bruttovikt överskrids.

6.4 Systemperspektiv

- En omräkning av nyttan med att införa HCT-konceptet i tätort fram till år 2045 visar på stora besparingar både i samhällsekonomiska kostnader, transporterade fordonskilometer och CO2-utsläpp.
- Det finns ett stort behov av utbildning inom området HCT för hela branschen
- Fortsatt arbete kräver ett stort engagemang från kommuner
- Bromätningen på en GC-bro (en s.k plattrambro) gav väldigt låga påkänningar
- Utbildning av chaufförer är en mycket viktig fråga.

6.5 Regelverk

- För att kunna använda 5-axliga fordon som dessa krävs regeländringar på både nationell och kommunal nivå.

- Genom att samla kunskap om dessa fordonskombinationer är syftet att det på sikt ska kunna ske förändringar av det svenska regelverket, på liknande sätt som gjorts i både Finland och Danmark.
- En annan prioritering i projektet var att det ska vara "lätt att göra rätt" för chaufförer. Korrekt vikt både för axlar och bruttovikt är viktigt för att undvika överlast.

6.6 Fortsatt forskning och diskussion

- Delar av konsortiet ansökte om ett fortsättningsprojekt i form av en förstudie kallad FEMAS som beviljades den 20 juni 2024 med start kort därefter. Denna är nu avslutad och resultatet redovisas i projektets slutrapport²¹. Fortsatt forskning är helt nödvändig, speciellt kopplat till elektrifiering av dessa HCT- fordon, framför allt i städer, där kraven på fossilfrihet ständigt ökar.
- Det behövs ytterligare kunskapsunderlag, exempelvis i form av piloter för att kunna godkänna 5-axliga fordon i Sverige. Det finns 290 kommuner i Sverige och tyvärr ingen samordning av dess vägnät.
- I nuläget är det inte möjligt att kravställa för användandet av HCT-fordon vid offentlig upphandling. Däremot kan incitament gällande miljönytta och transporteffektivitet inkluderas i upphandlingsprocesser, vilket skulle gagna mer effektiva transporter och i sin tur möjliggöra en större efterfrågan på HCT-fordon. Den enskilda åkaren bedöms inte kunna bära risken som en investering i ett HCT-fordon idag innebär. Längre avtal kan användas för att minska denna risk. Flera aktörer lyfte vikten av att offentliga beställare i upphandlingsfasen behöver vara drivande för omställningen mot ett mer energieffektivt transportsystem. Detta förutsätter dock tillräcklig kompetens hos upphandlaren och att löpande dialog förs mellan kravställare och anbudslämnare.
- Kommuners vägnät är ofta i sämre skick än det statliga vägnätet. Detta i kombination med låg kunskap gällande vägnätets bärighet hindrar idag användningen av HCT-fordon i städer. Fler tester i städer av tunga HCT-fordon behövs, och även en inventering av det kommunala vägnätet. Detta för att öka kunskapen om HCT-konceptet i stadsmiljöer. På så sätt kan höjda bärighetsklasser möjliggöras och därmed en ökad användning av HCT-fordon.

²¹ Cederstav F, Ranäng S. L. Larsson (2025) [FEMAS \(Fossilfria, Effektiva Masstransporter i Städer\) : Publik rapport](#) Vinnova 2025-02-20

7 Deltagande parter och kontaktpersoner

RISE (Koordinator Fredrik Cederstav och arbetspaketsledare AP2 Sofia Ohnell och Sara Ranäng, AP3 David Rylander och AP7 Sara Ranäng), Volvo Technology (arbetspaketsledare AP4 Lena Larsson, Klara Eliasson), VTI (arbetspaketsledare AP5 Sogol Kharrazi), ABT-Bolagen Fabian Wrede, AFRY Helene Jarlsson, Ecoloop (arbetspaketsledare AP6 och AP8 Fredrick Regnell, Ann Segerborg-Fick, AP1b Kommunikation Sandra Frosth), Implenia Lily Bengtsson, Trafikverket Thomas Asp, Mantum Greger och Roger Strömqvist, CMT Parator Martin Wåhlin, Stockholm stad Fredrik Bergman, Sundbybergs kommun Michael Stjärnekull, Andrija Stamenkovic, Varbergs kommun Björn Johansson, Uppsala kommun Gabriella Burel, Ronnie Nilsson, Wandel Consulting Sten Wandel.



8 Referenser

Fredriksson, A et al, MIMIC final conference, 2021-11-15, Gothenburg (<https://www.mimic-project.eu/en>) SR

Trafikanalys 2016:9, 2016, Godstransportflöden – analys av statistikunderlag Sverige 2012–2014 SR

Segeberg Fick A. et.al 2020. HCT (High Capacity Transport) City - ökad energieffektivitet med minskat CO2-utsläpp i staden

Treiber, A., Bark, P., 2018. Infrastructure Solutions for Increased Efficiency and Productivity of Construction Material transport in Cities. HVTT 15 Conference, Rotterdam

TCA, 2018. Levels of Assurance. National Telematics Framework. Version 4.0. 23.

TCA, 2020. Applications. National Telematics Framework.

För ytterligare referenser se respektive publikation och paper samt delrapport som tagits fram inom projektet.

9 Bilagor

Bilaga 1: Q/A HCT City - Frågelista med svar. (RISE)

Bilaga 2: Intervjustudie förare HCT- City (VTI)

Bilaga 3: ABba-metoden (Volvo Technology)

Bilaga 4: Samhällsekonomisk systemanalys vid införande av HCT vid transporter av massgods i tätorter (Wandel Consulting)

Bilaga 1.

Q&A kopplat till HCT-City

Q1: Vi har tidigare fått lyssna till ett utlägg om den HCT- förstudie som gjordes i Stockholm under 2020 men vad kommer ni göra nu i detta fortsättningsprojekt?

A: I den förstudien lånades ju en 5-axlig lastbil in från Finland men målet med detta fortsättningsprojekt (HCT-City) är att bygga två helt nya 5-axliga lastbilar cirka 12 meter långa, anpassade för just urbana masstransporter och i samarbete med fler kommuner och dessutom analysera hur ett byte till sådana fordon påverkar hela byggprocessen. (Att enbart sätta in några stycken effektivare lastbilar med högre lastkapacitet ger inte nödvändigtvis ett bättre resultat).

Målet med vårt projekt är att bekräfta hypotesen att vi kan lasta nästan dubbelt så mycket last (från 12 till 23 ton) vid varje körning och därmed förbättra produktiviteten genom hela systemet och därmed minska trafikbelastningen.

Q2: Vilka är fördelarna med detta koncept?

A: Fördelarna är många. Inte minst ekonomiskt där i princip samma arbete kan utföras med 50% färre lastbilar. Som bekant har vi en stor förarbrist idag. Sedan kommer även miljönyttan med upp till 40% lägre utsläpp, lägre bullernivåer, färre lastbilsfronter i rörelse och därmed troligen en förbättrad trafiksäkerhet. Det ska tilläggas att dessa nya tyngre bilar kommer vara uppkopplade och man kommer därför ha en bättre kontroll av dem. Tyngre är alltså bättre i många avseenden.

Ungefär som kollektivtrafik och nyttan med dragspelbussar/Ledbussar och spårvagnar. "Godsets kollektivtrafik" med andra ord.

Q3: Med ännu tyngre fordon kommer väl slitaget öka ännu mer på våra redan hårt åtgångna gator?

A: Vägslitaget hänger bl.a. ihop med vilket axeltryck bilen har och det kommer troligen inte att öka. De HCT-fordon som är aktuella har fler axlar (5 i stället för 3) och ofta samma eller lägre axeltryck än de som används idag, men eftersom de lastar mer vid varje körning så minskar körningarna och därmed slitaget på vägarna. Dessutom kommer kontrollen av axeltrycket och var just dessa fordon kör att förbättras jämfört med idag.

Q4: Vilken specifik nytta kommer med att de är uppkopplade?

A: Det är något vi forskar på, men preliminärt innebär det att vi kan följa fordonen i realtid och dess vikt och rutt och på sikt även sätta hastighetsbegränsningar över känslig infrastruktur som broar etc. Föraren blir hela tiden informerad och på sikt kan även farten regleras automatiskt. Vi kommer här exempelvis testa Geofencing som är ett slags digitalt hastighetsstaket.

Inte bara lastbilarna blir uppkopplade utan även gräv- och lastskoporna, som rapporterar hur många kilo de lastar på varje fordon, och sensorer i infrastrukturen som registrerar lastbilarnas axelvikter, hastighet och rutter. All registrerad data analyseras i ett kontrolltorn som sen skickar data som beslutsunderlag till alla aktörer i systemet. Exempelvis skulle dessa lastbilstransporter kunna pausas vid trafiktoppar eller omdirigeras vid olyckor.

Q5: Hur stor andel av städernas godstransporter utgörs egentligen av schaktmassor som sten, grus och lera?

A: Faktiskt så mycket som 25% av antalet fordonsrörelser (nationellt), men viktsmässigt nära 50%. Så miljönyttan med tyngre laster är här väldigt stor. Själva byggprocesserna totalt utgör 17% av Sveriges CO2-utsläpp och cirka 9% av landets BNP.

Framtiden:

Q6: Hur ser ni på framtiden och åren som följer och nyttan med era resultat ?

A: Vi vet redan en hel del utifrån tidigare resultat och den förstudie som utförts, men viktiga slutsatser av projektet blir att studera hela systemeffekten i det vi kallar HCT-systemet.

Detta innebär att ha kontroll över hela systemet av fordon i olika produktionsmoment. Något vi skulle kunna göra ganska snart är att öka kunskapen hos kommuner och transportupphandlare och visa vilken potential det finns med HCT-konceptet. Om fler får upp ögonen för detta kan vi förbättra inte bara miljön och entreprenörers och åkeriers lönsamhet utan även hela landets BNP. Dvs. vi kan bygga mer med samma budget utan att öka de samhällsekonomiska kostnaderna.

Q7: Vilka utmaningar ser ni kopplade till att detta ska gå att rulla ut på bred front?

A: Tilliten till både systemet och fordonen. Vi upplever att det finns en skepsis och en okunskap om tyngre fordon i städer och kan vi visa att vi får en bättre precision och mindre risk för överlaster samt alla de nyttor vi redan nämnt, så borde vi rätt snart få en effektivare dispensprocess.

I bästa fall en ny myndighet som ger dispenser på nya sätt, exempelvis helt digitalt. Men det krävs som sagt att förståelsen och acceptansen ökar i samhället för dessa lösningar.

Q8: Hur beaktar ni hela systemet?

A: Produktionen både före och efter själva transporten beaktas vid analyser av produktiviteten för hela anläggningsprojektet samt inverkan på andra fordon och oskyddade trafikanter beaktas vid analyser av trafiken. Ett IT-system med kontrolltorn för bl.a. Geofencing testas.

Q9: Vilken tidshorisont har ni för Systemanalysen?

A: Vi analyserar skalbarheten inkl. framtida scenarier för införande ända fram till 2045.

Q10: Kan dessa fordon i en framtid t.o.m. ersättas med renare och helt elektriska drivlinor?

A: Absolut, den utvecklingen pågår redan och även om detta ibland blir ganska tunga ekipage så borde detta inte bli ett problem eftersom det blir ganska korta avstånd som körs inom byggplatser i städer. För räckvidden vid laddning är detta en mindre utmaning än för långväga, tunga transporter. Om dessa fordon även tillåts köra på kvällen och natten blir pay-off tiden för den dyrare investeringen snabbare intjänad. Ytterligare nyttor erhålls vid byggen av tunnlar eftersom kostnaden för att ventiler utavgaserna försvinner och arbetsmiljön blir därmed bättre.

Q11: Vilka maximala bruttovikter och axellaster är tillåtna i städer?

A: Alla städer har inte samma krav. I Stockholm är det vanligt med BK2 (utom genomfartsleder), inkl. maxlängd per ekipage på 12 m medan det i ex.vis Varberg och Luleå är mycket BK1. Kommunala vägar är i allmänhet BK2-väg. För att minska vägslitage är det viktigt att axelfördelningen är optimal och att man lastar effektivt och minimerar antalet körda slingor.

=====

Övriga frågor:

Q20: Hur rimmar tyngre lastbilar med stadens mål om mer cykling och fler promenadstråk?

A: Målet med HCT är att transporterna ska bli effektivare för byggplatser och att det då blir färre lastbilsfronter och att dessa i möjligaste mån ska hastighetsregleras i centrala områden. Vi kommer också speciellt beakta hur oskyddade trafikanter kan skyddas ännu bättre än idag. Flera parallellt pågående geofencingprojekt fokuserar på detta.

Q21: En del allvarliga olyckor sker med högersvängande lastbilar. Ökar inte risken nu när man kanske har ännu längre lastbilar och kanske med ytterligare ett släp ?

A: Det ingår i projektet att utvärdera. Projektet kommer att ha bra kontroll på just dessa specialbilar inklusive bättre förarstöd. Om man kan ersätta bil+släp med effektivare 5-axlig lastbil bör olycksrisken minska. Dessutom kan det bli aktuellt med extra säkerhetsutrustning som kameror och underkörningsskydd förutom Geofencing med aktiv hastighetsbegränsare.

Q22: Vilka systemvinster inom EUTS väntas ni uppnå ?

A: Vi adresserar 5 av 6 programområden dvs Anpassade fordonskoncept, Väg-och digital infrastruktur, Regelverk, Standardisering, Juridik och styrmedel, Affärsmodeller kopplat till ny innovativ teknik samt Människan i det förändrade systemet. Ren tjänsteutveckling ingår inte.

Q23: Utvecklar ni fordon specifikt för städer?

A: Ja, exempelvis genom förbättrad manövrerbarhet, lyftbara axlar, säkerhetsutrustning för oskyddade trafikanter etc. Fem axlar istället för tre. Exakt hur de ska se ut får projektet utreda.

Q24: Är det lämpligt att köra med fler och tyngre fordon i våra städer med tanke på vad som händer på Drottninggatan 2017?

A: Grundtanken med HCT är att det blir färre lastbilar för motsvarande mängd transporterat gods än idag. Tanken är också att hastigheten regleras och att därmed hela processen blir säkrare. Vi kommer även utvärdera möjligheten för digital tillståndskontroll och Geofencing/Geostaket för dessa fordon. Detta kan även öppna för att transporter förläggs på andra tider på dygnet om de uppfyller vissa villkor.

Q25: Har ni med påbyggare i konsortiet?

A: Ja, CMT Parator. Påbyggnaden anpassas efter uppdraget.

Q26: Kommer ni kunna samarbeta med andra länder?

A: Ja, exvis Australien har ett samarbete med Trafikverket och forskare i projektet sen 10 år, för närvarande med fokus på ett stort tunnelbanebygge i Sydney. Dessutom tittar flera europeiska länder på 5-axliga anläggningslastbilar. Vi planerar även studiebesök i Finland.

Q27: Hur kommer ni kunna arbeta mot mer jämställdhet i branschen?

A: Genom att ta fram en jämställdhetsplan och studera hur arbetssituationen kan välkomna en mångfald av olika personer ex korta/långa människor och med olika språkfärdigheter

Q28: Har ni utfört en korrekt riskanalys?

A: Ja, finns i Bilaga 1. Bland annat är Corona med.

Q29: Hur kan resultaten från ert projekt öka kapaciteten på befintlig infrastruktur i tätort?

A: Enligt [Treiber och Bark](#) upp till dubbla kapaciteten avseende masstransporter genom att upp till **dubbla** lasten i ton förflyttas med ett fordon av ungefär samma längd (Halverad energiåtgång per transporterad massenhet i ton). Dessutom kan trafiken med HCT-fordonen styras i tid och rum, t ex finns önskemål om att göra en paus under rusningstid

Q30: Vilken TRL-nivå beräknar ni uppnå?

A: För hela konceptet inkl. fordonen från TRL1-5 vid start till TRL4-TRL7 (Technology Readiness Level) vid slut.

Q31: Vilka lagar, regler och förordningar måste förändras för att införa HCT i city ?

A: Utredds i huvudsak i AP2. I de fall alla HCT-rutter ligger på kommunens egna gator och vägar så har kommunen själv rådighet över tillträdesvillkoren.

Q32: Tekniken förändras snabbt. Inte samma 2030 och 2045 som nu. Hur beaktar ni teknikutvecklingen?

A: Mätningarna görs både med HCT och utan HCT (referensfordon). Båda av samma teknikårgång. Vi avser att göra känslighetsanalyser där skillnaderna mellan dessa förväntas ändras till följd av teknikårgång 2030 resp. 2045. Vad beträffar informationstekniken så installeras den i utbytbara moduler med standardiserade fysiska och signalmässiga gränssnitt så att de relativt lätt kan bytas ut allteftersom tekniken utvecklas.

Q33: 4.1 Finns tankar även mot automatisering?

A: Vi avser att testa olika former av förarassistans (automatisk hastighetsanpassning, bl a ISA) samt eco-driving. Eventuellt också för upptäckt av oskyddade trafikanter, styra fordonet i sidled i trånga tunnlar och dockning vid lastning/lossning.

Q34: 4.2 Elektrifiering?

A: Ingår **inte** i projekt-scopet.

Q35: 4.3 Digitalisering?

A: Lastbilarnas axelgrupper, gräv- och lastskoporna och sårbar infrastruktur är alla försedda med sensorer för att registrera vikter, positioner och identiteter i realtid som kopplas samman med flera olika organisationers dataservrar, bl a Fleet management och trafikledning. Industrins standarder används och förslag på förbättringar av dessa tas fram.

Q36: 4.4 Delade transporttjänster?

A: För masstransporter får detta en annan innebörd än för persontransporter. Bl a beaktas att bilar, lastflak och släp är anpassningsbara för flera olika transportuppgifter före, under och efter aktuellt anläggningsprojekt (5.1 i utlysningen), att de kan utnyttjas dygnet alla timmar, samt att produktionen i båda ändarna och transporterna planeras integrerat för att undvika väntetider, volymvariationer och maximera fyllnadsgraden utan överlast.

Q37: Hur anpassas er lösning till vitt skilda lokala förutsättningar och utmaningar?

A: Stadens krav på fordonen samt var och hur de framförs kan skraddarsys för det aktuella projektet. Varje enskilt fordonens prestanda kan beaktas.

Q38: På vilka sätt kommer ni logga fordonsdata ?

A: Behovet av loggade fordonsdata och annan data som kan ge en komplett bild av förarinverkan, transportuppdrag (vikt, hastighet, topografi, klimat etc.) och fordonets status att öka snabbt..... kommer bli avgörande för att öka tillförlitligheten i transportsystemet, öka utnyttjandet av transportresurserna och minska de totala kostnaderna för både samhälle och näringsliv."

A: Loggning av fordonsdata och datamining är en central förutsättning och möjliggörare. Nya sådana metoder kommer att testas.

Q39: Fråga om förarstöd: "Uppkopplade förarstödstjänster, exempelvis tillförlitlig körning för minskning av slitage, ökad produktivitet, regelefterlevnad, godssäkerhet och attraktiv förarmiljö."

A: Allt detta beaktas.

Q40: På vilket sätt kan man i framtiden upplåta vägnätet för dessa fordon ?

A: "Traditionellt har alla vägar i Sverige i princip varit upplåtna för all slags trafik och alla slags fordon. Det betyder i praktiken att fordonens mått och vikter anpassats till det svagaste vägavsnittet. Med modern teknik öppnas möjligheter att upplåta specifika vägsträckor för specifika fordon under vissa villkor (beroende på t.ex. hastighet, vikt, längd, tidpunkt, utrustning, övervakning, säkerhets- och miljöegenskaper). På så sätt skapas möjligheter att anpassa och bevara en vägs, eller ett vägnäts kvalitet och öka dess kapacitet."

A: Målet med projektet med beaktande av tätortens specifika villkor

Kap 2 " En utmaning är att hitta bra samarbetsformer mellan aktörer för en viss fråga eller ett visst område och forma en gemensam målbild. Framtida transportlösningar kommer att kräva ett integrerat arbetssätt mellan olika aktörer såväl traditionella som helt nya. Helt nya affärsmodeller kommer att växa fram." Se även avsnitt 5.5.

Q41: Hur säkerställer ni att alla vid implementeringen nödvändiga aktörerna är med och att de arbetar mot samma mål?

A: Vi har gjort en konceptuell modell av hela systemet för att inte missa någon. Projektmöten hålls regelbundet där alla partners bjuds in. Vi har även en stark referensgrupp med hela kedjan representerad inklusive Scania, CLOSER, VBG och FKG (FordonsKomponentGruppen)

Q42: Hur hanterar ni risk för att ni inte får något HCT-tillstånd (Risk nr 2 i Bilagan Riskhantering).

A: Studier av processerna för att få HCT-tillstånd och tillståndets innehåll och krav på övervakning är en väsentlig del av forskningsprojektet. En dialog mellan kommunen (Varberg), entreprenören (Implenia) och Volvo pågår avseende speciellt bärigheten för tre korta broar över gång- och cykelbanor. Kommunen har hittills gått med på att fordon som följer BK1 tillåts (vissa delar av rutterna var tidigare BK2). Sannolikheten att högre bruttovikter än BK1 kommer att tillåtas är stor, åtminstone på någon sträcka, under en begränsad testperiod och med strikta processer som garanterar att fordonen aldrig överlastas och körs med begränsad hastighet över dessa känsliga broar. Om inte det lyckas kommer vi att definiera BK1 som HCT och testa med transporter efter BK2 som referens. En tillfällig uppgradering från BK2 till BK1 vid anläggningsarbeten tror vi kommer att bli vanligt i framtiden, i synnerhet om risker för överlast minimeras genom strikt kontroll av vikter vid lastningen samt genom att hastigheten aktivt begränsas vid passage av extra känslig infrastruktur.

Q43: Kommer ni inte utveckla bilar för Varberg?

A: Nej, där fokuserar vi på produktivitet, broars bärighet, tillståndsprocessen, uppföljning, kontroll och Geofencing. De befintliga lastbilarna kommer dock utrustas med nya givare och sensorer från Trafikverkets finansiering *Bygga* för fordonsvikter och hastigheter. I och med att berget i tunneln har ovanligt hög densitet så finns det gott om utrymme i lasttrågen för att ta högre vikter. Dock kommer bilarnas tekniska certifieringar för högre vikter att i vissa fall behöva göras om.

Q44: Tar ni fram helt nya affärsmodeller?

A: Ja. Byggherren ställer nya krav på entreprenören och tätorten, som ställer nya krav på transportsamordnaren, som ställer nya krav på åkaren, som ställer nya krav på fordonsleverantören etc. Fokus på hur kostnader, effektivitetsvinster, risker och investeringar bör delas i nya affärsmodeller och kontrakt för optimering av hela systemets beteende.

Potential för ändrade upphandlingsunderlag och incitamentsavtal

-Incitament för innovation i affären mellan kund och leverantör för ökad produktivitet och hållbarhet samt lägre kostnader vid byggande av infrastruktur.

- Funktionskrav (fordonslaster/bärighet) och incitament för att minska trafik, buller, risker för skador på tredje man samt klimat- och miljöpåverkan i byggprocessen.

Q36: Vilken bärighet gäller normalt för städer?

A: Beror helt på infrastrukturen, t.e.x. broar.

- A: **BK1** Max 64 tons bruttovikt tillåts. Beroende på fordonets axelavstånd och axeltryck kan tillåten bruttovikt vara lägre.
- **BK2** Max 51,4 tons bruttovikt. Beroende på fordonets axelavstånd och axeltryck kan tillåten bruttovikt vara lägre.
- **BK3** Max 37,5 tons bruttovikt. Beroende på fordonets axelavstånd och axeltryck kan tillåten bruttovikt vara lägre.
- **BK4** Max 74 tons bruttovikt med oförändrade krav på axeltryck jämfört med BK1, men beroende på fordonets axelavstånd kan tillåten bruttovikt vara lägre.

Q45: Implenia bidrar med väldigt mycket in-kind: (1) Hur kan de göra det? (2) Vad händer om de drar sig ur?

A (1): De ser forskningsprojektet som en nyckel för att kunna ytterligare förbättra utförandet av tunnelarbetet och lägger därför stora resurser på att undersöka möjligheterna för HCT där och även hur hela flödet och produktiviteten i siten kan förbättras genom HCT och/eller digitalisering.

A (2): Vi är trygga med att de inte kommer dra sig ur. Det är förankrat med både deras uppdragsgivare (Trafikverket Varbergstunneln) och på högre ort internt i Implenia. De ser detta projekt som en möjlighet att vara med och testa nya processer och teknologier och på så sätt komma på framkant gentemot konkurrenterna och kunna dra nytta av det även i andra, framtida projekt.

Q46: Har RISE alla de olika kompetenser som behövs med tanke på alla uppgifter ni tar på er i projektet?

A: RISE är stort, cirka 3000 medarbetare. Nyss många nyrekryterade med rätt bakgrund från logistik och fordon, bl.a. erfarna Projektledare och industridoktorander.

A: För AP1: Relevant forskningskompetens inom Mobilitet och System och System of systems är hög vilket vi påvisar genom bl.a. CV:n och relaterade projekt, t.ex. Construction Factory. Vi har iaf. relevant erfarenhet av att sätta upp och drifva molnplattformar och integration mellan olika system samt avancerad dataanalys utöver den redan erkända forskningskompetensen som bör vara påtalad genom inkluderade CV:n.

A: För projektkoordinering och AP-ledning generellt:

- RISE är bra på att koordinera/projektleda projekt då vi ofta har den rollen
- Stor erfarenhet, väl förankrade rutiner, stöttande organisation etc.
- RISE arbetar ofta tvärvetenskapligt/tvärfunktionellt med många olika parter och har en bra förmåga att förstå olika organisationers drivkrafter och hinder; projektledarskap hos oss är handlar mycket om att använda morot i stället för piska och vi är duktiga på att få driv framåt i projekten.
- RISE projektparter anser generellt att vi är duktiga i rollen som koordinator och vi är oberoende/neutrala med uppgift att stärka svensk industri

A: För AP4 har vi en hel division som jobbar med samhällsfrågor och däribland även samhällsekonomiska kalkyler. Vi har knutit personer internt till projektet, även om deras CV:n inte ligger med i bilagan, som jobbat mycket med upphandling i offentlig sektor, och med erfarenhet av entreprenadsektorn, bl.a. cirkulära flöden för massgods.

Q47: Wandel Consulting består i praktiken av 1 person (den andra bor på demensboende) som passerat pensionsåldern. Har inte bäst-före datum passerat? Kan han verkligen bidra med något de kommande 3 åren? Vad händer om han inte kan leverera?

A: Han är initiativtagaren och än så länge klar i skallen. I alla hans delprojekt deltar även minst en annan person som kan ta över om han inte längre kan leverera. Han håller sig i god form bl a genom löpning, minst 2,5 km varje dag sen 20-04-01. I snitt 3,2 km och max hittills 25 km.

Q48: Har VTI alla de kompetenser de behöver för sina arbetsuppgifter?

A: VTI är stort med god kompetens inom sina delar av projektet.

Q49: AP1 är väldigt dominerande – vad har ni tänkt göra där som kräver så mycket tid och resurser?

A: Kort svar: Nu är det bara 8%. Ganska lågt för att vara Projektledning.

A: En längre utläggning: Många olika parter med olika kulturer och affärsmodeller och därmed olika agendor. Stora infrastruktur, bygg och anläggningsprojekt innehåller flera sekventiella flöden där man oftast inte kan se till de enskilda

flödena utan man måste se till en helhet. I brist på tillgänglig data kring dessa flöden avser vi i detta projekt samla in data från de relevanta flöden av gods och massa som antingen innehåller eller har ett beroende av flöden som potentiellt skulle förbättras med HCT. Vi kommer dels samla in data för att skapa en nulägesbild/baseline och dels göra avancerade beräkningar och simuleringar på hur HCT påverkar dessa flöden. Men vi hoppas också kunna samla in data vid drift av HCT i dessa flöden för att jämföra med baseline (utan HCT). För att kunna påvisa en förbättring i produktivitet och miljö kan man inte enbart se till enskilda fordons leveranser utan till verksamhetens förbättringar. I avsaknad av denna typ av data kommer detta AP ta fram viktiga vetenskapliga bidrag för den fortsatta utvecklingen och appliceringen av HCT samt bygg och anläggningsprojekt.

Utöver produktivetsanalys kommer vi lägga tid på att förstå hur dessa fordon kan koordineras både utifrån tillträdeskontroll och ett projektverksamhetsperspektiv. Utifrån detta kommer vi identifiera relevanta systemkrav och beroenden för införande av HCT. Sammantaget är det stora och viktiga vetenskapliga bidrag som tar relevanta resurser i anspråk. Relevanta och avancerade tekniker som big data, AI, machine learning, inbyggda system och trådlösa kommunikationstekniker kommer nyttjas.

Ytterligare sikar vi på att göra vetenskapliga bidrag genom vetenskapliga publikationer.

A: Eller kortare utläggning: Stora datamängder kommer samlas in där olika metoder används. Ytterligare kommer krav formuleras, analys och koncept utvecklas och utvärderas för hur HCT kan integreras i relevant verksamhet på ett effektivt sätt. För att få tillförlitlighet och relevans av utkomsten behövs relevanta resurser.

A: Slutkommentar: Jag anser att vi egentligen skulle behövt betydligt mer resurser, men vi kan nog göra något bra av detta. Får scopa ner det lite bara.

Q50: I arbetspaket 8 Samhällsekonomisk analys – kan ni utveckla vad ni tänker göra i detta?

A: Vi avser studera nyttor och konsekvenser (för både ingående aktörer var för sig och på samhällsnivå) av HCT (skillnad med resp utan) för hela anläggningsprocessen inkluderande arbetsmomenten hos båda avsändaren och mottagaren och transporter. Hypotesen är att vissa transporttillstånd, t ex köra på natten, ökar effektiviteten hos processerna före och efter själva transporten, t ex spränga berg på dagen.

Vi avser också försöka beräkna nyttor och konsekvenser på samhällsnivå - dels för godstransporterna på gatorna i de studerade tätorterna, dels för alla godstransporter på väg i landet genom att ta fram underlag för en färdplan HCT-tätort. Vi använder samma metod som i de samhällsekonomiska analyserna som gjordes som del av TRVs regeringsuppdrag avseende 74 tonsreformen och 34,5 m reformen.

Q51: En icke oansenlig summa bidrag av statliga medel går till Volvo för utveckling av två stycken 5-axliga city-anpassad fordon. Varför kan inte Volvo själva stå för kostnaden för produktutvecklingen? Varför enbart 5-axlig? Varför inte fordon med en eller två leder?

A: Vi har valt att studera just 5-axliga lastbilar p.g.a. kraven i NDS (maxlängd 12 m), men i Varberg studerar vi även befintliga ledade kombinationer som dock är längre och dessa begränsas ju i många städer. Det finns alltså ingen marknad för dessa fordon ännu, vilket gör att de måste finansieras via projekt. (Ny rapport från TFK visar nyttan med ledade och relativt korta fordon för masstransporter i tätort. Skaffa gärna rapporten och läs på. Presenterades på TransportForum.)

Q52: Blir inte en 5-axlig lastbil dyrare än en mer standard 3-axlig ?

A: Jo, cirka 30% dyrare p.g.a ett större flak och två extra axlar men även högre bränsleförbrukning, men man får inte glömma att lastkapaciteten blir den dubbla, att det går snabbare att genomföra lastning/lossning och att det behövs färre förare.

Q53: Varför utvecklar inte Scania ett fordon? Varför är inte Scania partner utan bara med i referensgruppen?

A: Det får Scania svara på.

Q54: Vad kommer man att lära av detta projekt vid utformning av regelverk och fordon för andra HCT-applikationer?

A: T ex HCT för fjärrtransporter som har första och sista kilometrarna i tätbebyggda områden? HCT på privata vägar? HCT på enbart statliga vägar etc?

Q55: Hur stor spridning av lasterna och hur mycket överlast har ni mätt upp i projektet?

A: Vi har inte fått resultaten av mätningarna ännu, men målet med projektet är inte att redovisa enskilda lastdata för ett visst fordon eller för ett visst arbetspass och ett visst klockslag. Målet med projektet är att bidra till att precisionen och styrningen av lastkapaciteten förbättras över tid och att snittlasten blir högre med större förutsägbarhet. Vi kommer inte att offentligt redovisa data som kan strida mot GDPR-lagstiftningen iom att vi mäter på relativt få fordon och spårbarheten till individuella förare därför ökar.

Q56: Ni har genomfört flera mätningar på en GC-bro i Varberg. Vad fick ni ut av dessa mätningar?

A: Den första mätningen var en s.k. *Slangmätning* eller WIM (Weight in Motion) av bron för att fastställa vilken typ av fordon som passerade bron vid vissa tidsstämplar samt axelavstånd och bruttovikt. Vid den andra mätningen (1 år senare) kopplades slangmätningen till 7 stycken uppkopplade lastbilar som loggades, samtidigt som en hållfasthetsmätning genomfördes på bron. Dessa mätningar har genererat en stor mängd värdefull data och resultaten av alla dessa mätningar visar hur fordonen var lastade vid vissa tillfällen och hur bron påverkades. Detta kommer att redovisas i separat rapport under AP3.

Q57: Hur definieras ett HCT-fordon?

A: Det finns ingen helt entydig definition av vad som menas med ett **HCT-fordon** (High Capacity Transport) eftersom begreppet kan variera beroende på sammanhang och nationell lagstiftning. Generellt sett används begreppet **HCT-fordon** för att beskriva lastbilar eller lastfordon som är designade för att transportera större laster än traditionella lastbilar, ofta genom att utnyttja större och längre fordonskombinationer.

Bilaga 2. Intervjustudie

Intervjuare

Jesper Sandin (Senior forskare, VTI), jesper.sandin@vti.se

Förare 1

Intervju utförd på telefon 2024-04-26

- Kvinna, 25 år
- Behörigheter: C, haft lastbilskort i lite mer än ett år
- Andra lastbilar: körskolans övningskörningslastbil, ellastbil 3-axlad

”Fem-axlaren”

- Har kört den i ungefär ett år med lite avbrott under semestern
- Varje arbetsdag, mån-fre

Hur jag lärde mig köra den:

- Först genomgång
- Åkte först med chefen
- Körde sen själv med chefen bredvid
- Sen ensam
- Gick snabbt att lära sig den, ca två veckor så kunde jag hantera den
- Fick ta reda på mycket själv – och fick mycket stöd och hjälp av Volvo som alltid svarade (Lena, Klara, Lennart)

Manövrering:

- Behöver ha mer utrymme i kurvor pga överhänget bak. Men föraren vet inte om överhänget bak är extra långt på den här 5-axlade lastbilen jämfört med andra. Hon har inte kört andra anläggningslastbilar. Man ser överhänget bra i sidospeglarna.
- Vissa korsningar är särskilt tajta. Föraren nämner speciellt en korsning där man ska svänga skarpt vänster och där det är tajt genom ett fartgupp, en skylt och en refug. Det går precis att komma genom utan att sista axeln går upp på en trottoarkant.
- Föraren nämner en situation där föraren skulle backa upp för en ramp som inte var anpassad för lastbilens längd, och underkörningsskyddet bak tog i rampen. De på anläggningen anpassade rampen så det löste sig.

Trafiksituationer som är knepiga:

- Cyklister vid högersväng. Lastbilen är utrustad med en kamera som är placerad vid höger sidospegel. Kamerabilden visas på skärmen i instrumentpanelen (”samma som där man väljer musik”). Den är till stor hjälp och föraren har valt att ha den kameravyn på hela tiden. Den aktiveras även automatiskt om man blinkar höger.

Påverkan av den högre vikten:

- Nej, inget föraren tänker på. Behöver anpassa hastighet och planera som vanligt – ingen skillnad mot vanliga tunga lastbilar.

Halt väglag:

- Föraren tar hänsyn till halt väglag på samma sätt som för andra tunga lastbilar, och inte speciellt för fem-axlaren på något sätt.
- Föraren nämner en händelse då föraren skulle svänga höger men lastbilen fortsatte rakt fram pga väglaget. ”Det var halare än jag tänkt mig”. Lastbilen var olastad och femte axeln lyft. Föraren tror att andra axeln också var lyft men är osäker eftersom lampan som indikerar detta inte är tillförlitlig.
- Det kan också vara halt på ”krossen” om de inte sandat i tid eller tillräckligt.
- I början så råkade föraren ut för att lastbilen inte kom uppför en hal backe på anläggningen eftersom föraren inte visste var diff-spärren satt. Fick backa tillbaka, leta upp diff-spärren och ta backen igen. Då gick det bra.

Motor och växellåda:

- Skulle ibland vilja ha lite mer motorstyrka men man vänjer sig som med alla tunga lastbilar
- Växellådan funkar ok.

Kommentarer om förarstöd

- Lampan som visar om andra axeln är lyft är inte tillförlitlig. Den kan lysa trots att axeln inte är lyft. Har påtalat detta flera gånger men det har inte blivit löst.
- Kameran som sitter vid höger sidospegel är bra.
- Backkameran är viktig. Den visade vyn bra. Men när kameran monterades tillbaka efter tillfällig bortmontering så blev vyn/perspektivet något sämre.
- Skulle önska en kamera som visar hur flaket är lastat. Lastbilen är så hög så det går inte att se utifrån. På grund av hur dispensen är skriven så behöver lasten ligga långt fram på flaket. Även om den som lastar säger att lasten ligger jättebra så kan föraren inte kontrollera själv.

Dispensen:

- Dispensen är felaktigt skriven då den anger tillåten vikt axel för axel. Lasten behöver därför ligga långt fram på flaket men det är svårt att se och kontrollera.

Arbetsmiljö:

- Föraren skulle önska en säng eller bädd att vila på vid tillfällena då det är lite att göra. Det är obekvämt att ligga tvärs sätena.
- Lastbilen är högre än ellastbilen som föraren har kört. Det är 4–5 trappsteg att klättra uppför för att komma in i hytten men det är inget konstigt med det.

Förare 2

Intervju utförd på telefon 2024-05-25

- Man, 50 år
- Behörigheter: Alla, för tung lastbil i 32 år
- Har kört alla tänkbara lastbilar och ekipage, även finska

Fem-axlaren

- Körde den som testbil under 8 dygn då Volvo testade olika typer av mjukvara för motoroptimering
- Alltid med släp (med totallängd 23.8 m), både tom och lastad med totalvikt 90 ton
- Kör regelbundet en liknande 5-axlig lastbil med sidotipp
- Skillnader är att testbilen hade längre hjulbas, mindre motor med lägre slagvolym, ej lyftbar andra axel, baktipp
- Fartspärr vid 82 km/h
- Lastbilen är topp 3 av de bästa föraren någonsin kört

Hur jag lärde mig köra den:

- Lärde sig snabbt då föraren var van vid en liknande 5-axlig lastbil

Trafikmiljö

- I huvudsak landsväg i norra Sverige
 - Hastighetsgränser 80, 90, 100 km/h
 - 16 mil + 1 mil vägarbete med grusväg
 - Under juli

Manövrering

- Med den längre hjulbasen är lastbilen och ekipaget otroligt stabilt
- Körde ej under vintertid men det skulle varit intressant att göra det. Det skulle nog kräva lite mer av föraren med 90 ton.

Lastning och lossning

- Behövde koppla loss släpet då lastbilen hade baktipp
- Backning – ingen skillnad mot vanliga ekipaget
- Uppgifter om totalvikt och axelvikt genom skopvikt och dosa från Volvo som ger axelvikterna på både lastbil och släp

Bränsleförbrukning

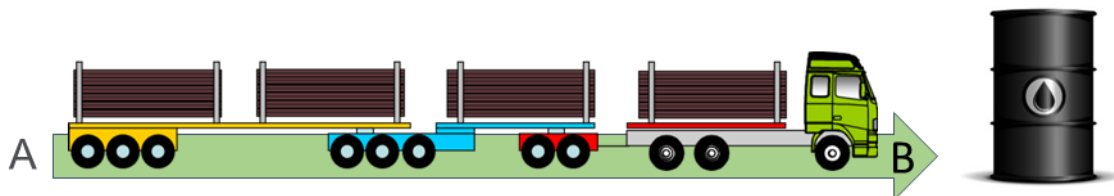
- Otroligt bra/låg, stor skillnad mot de egna ordinarie lastbilarna

Accelerationsförmåga

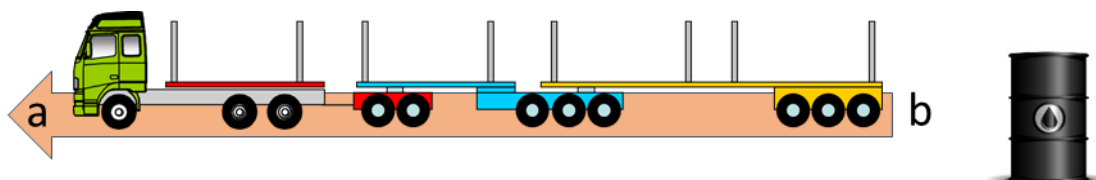
- Lägre acceleration än de ordinarie lastbilarna
- Märks vid situationer med inbromsning och efterföljande acceleration (korsningar t ex)
- Korta backar funkar bra
- I långa sugande backar tappar lastbilen fart

Bilaga 3. Abba- metoden

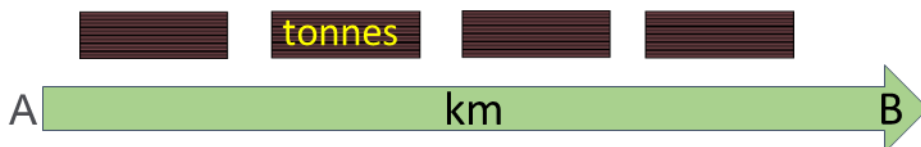
Normalt redovisas bränsleförbrukning som volym per körd sträcka. Exempelvis liter/100 km eller liter/mil. Detta är ett helt fordonscentrerat mått och ger en vrångbild att lägre förbrukning skulle vara bättre. Det är inte alltid fallet. Exemplet nedan körs en 90 tons bil 160 km och förbrukar 100 liter diesel, vilket medför cirka 62 liter/100 km.



I nästa exempel körs kombinationen tom och väger då 24 ton. Diesel förbrukningen blir då endast 60 liter på denna sträcka. Det medför cirka 38 liter/100 km.



Vi håller på att utveckla en metod som är lastcentrerad. Ett exempel är körning av timmer som oftast är viktbegränsad. Här fokuserar vi helt på lasten som förflyttas. Totalt flyttas 66 ton 160 kilometer. Förbrukningen av diesel blir dock 160 liter eftersom den tomma lastbilskombinationen måste köras tillbaka.



Bränsleförbrukningen per lastad enhet blir låg. Endast 15 ml/tonkm. En matsked diesel klarar att flytta ett ton timmer en hel kilometer och köra fordonet tomt tillbaka.

$$F_{ABba} = \frac{V_L + V_U}{M_L \cdot D_L + M_U \cdot D_U} = \frac{100 + 60}{66 \cdot 160 + 0 \cdot 160} \approx 0.015 \frac{l}{\text{ton} \cdot \text{km}} = 15 \frac{ml}{\text{ton} \cdot \text{km}}$$

Genomsnittet för svenska timmertransporter 2008 och 2013 var 30 ml/tonkm.

Bilaga 4. Samhällsekonomisk systemanalys vid införande av HCT vid transporter av massgods i tätorter

*Författare: Sten Wandel
Professor emeritus i teknisk logistik
Institutionen för industri- och maskinvetenskaper
Lunds universitet*

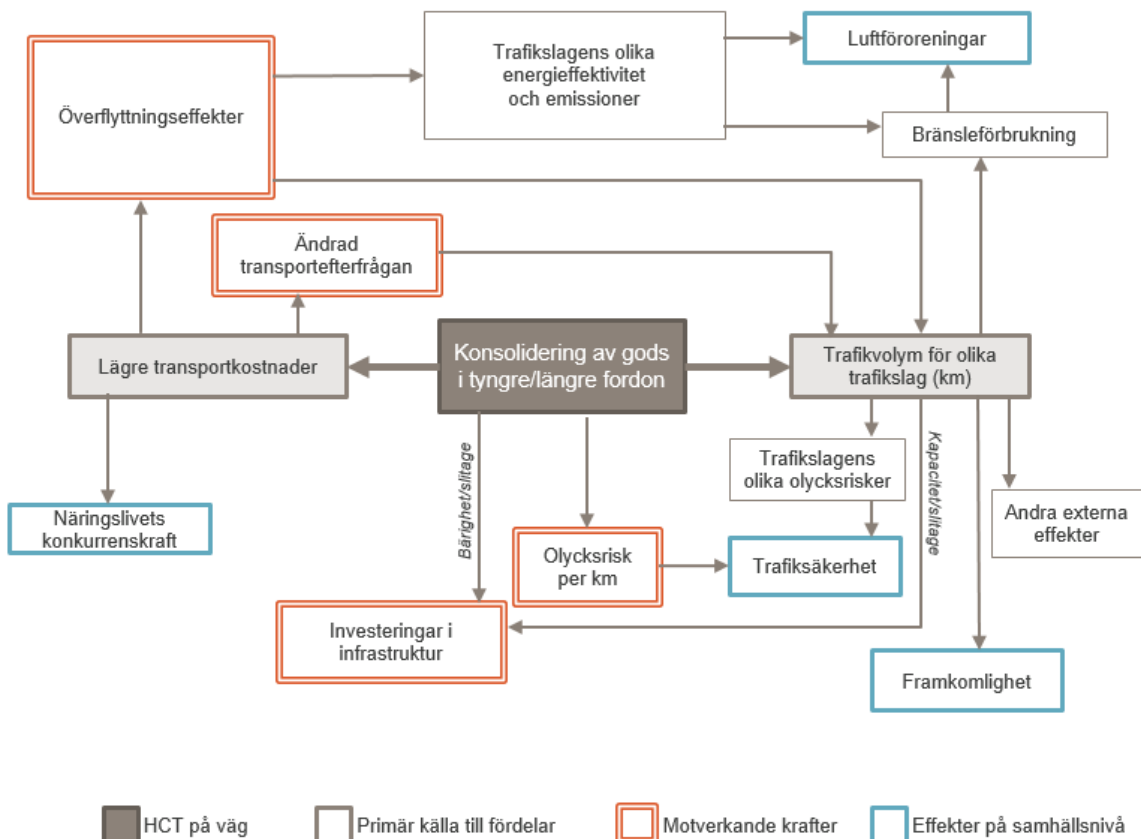
1. Syfte

Ta fram metoder och modeller för att beräkna de samhällsekonomiska effekterna vid införande av HCT-city vid transporter av massgods i tätorter samt visa på några olika användningar av dessa modeller genom konkreta exempel.

2. Systemanalytiskt ramverk

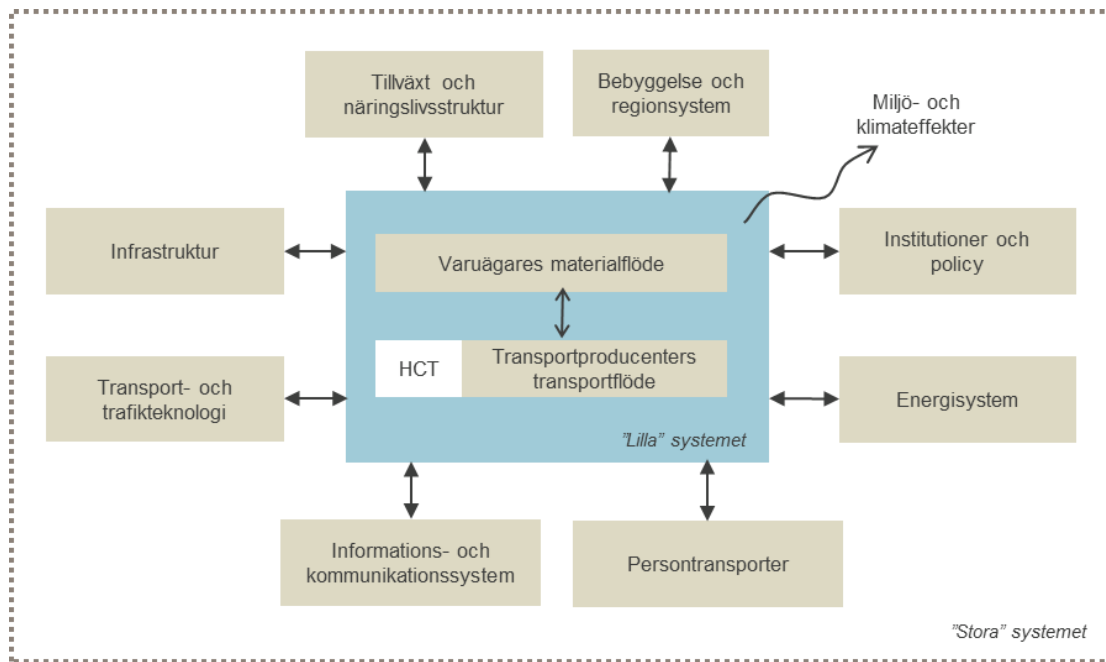
2.1. Sammanfattning av Adell m. fl. 2016

För att studera systemeffekter av HCT utvecklades i Adell 2016 ett analytiskt ramverk som kombinerar två modeller. Den första var en vidareutveckling av en modell utvecklad av McKinnon 2012 för att i detalj göra en analys av kortsiktiga nettoeffekter med HCT på väg (se figur1). Utgångspunkten var att ett införande av HCT påverkar både trafikvolymerna och transportkostnad. Genom en konsolidering av gods i tyngre/längre fordon kan vägtrafikarbetet effektiviseras så att samma godsmängd kan transporteras på färre fordon. Genom lägre transportkostnader på väg kan en överflyttning av transporter ske från järnväg/sjöfart till väg, s.k. överflyttningseffekter, om inte järnväg/sjöfart effektiviseras i samma takt som vägtransporterna – Ett lägre pris på transporter kan även leda till en ökad efterfrågan av transporter totalt sett – s.k. inducerad effekt eller rebound- effekt i de fall ökningen av transporter är oönskade. Förändringar i transportkostnader och trafikvolymerna hos alla trafikslagen förväntas i sin tur resultera i effekter på utsläpp, trafiksäkerhet, slitage, infrastrukturinvesteringar, framkomlighet med mera.



Figur 1: Modell för hur HCT på väg påverkar transportsystemet, utvidgad modell baserad på McKinnon, 2012 (Källa: Figur 4 i Adell 2016)

Utöver de kortsiktiga sambanden inom transportsystemet kommer ett införande av HCT även få konsekvenser i ett bredare perspektiv och på längre sikt. För att fånga dessa breda och långsiktiga systemeffekter utgick Adell 2016 från referensramen i figur 2, som bygger på systemteori och systemanalys. Det "lilla systemet" i figuren innefattar intressenter som via beslut rörande logistik och transport har en direkt påverkan på godstransporterna, varuägare (transportköpare) och transportörer. Det "stora systemet" innefattar intressenter och delsystem som sätter ramarna för vilka beslut som är möjliga och ekonomiskt lönsamma för intressenterna i det lilla systemet, och som också påverkas på olika sätt av ett införande av HCT. I det stora systemet hade åtta kringliggande delsystem identifierats som påverkar och/eller påverkas av ett införande av HCT.



Figur 2: HCT:s roll i godstransportsystemet i förhållande till andra delsystem (Källa: Figur 1 i Adell 2016)

Genom att kombinera de två modellerna skapades ett analytiskt ramverk där både de kortsiktiga effekterna och de breda och långsiktiga systemeffekterna av HCT kunde studeras. För att analysera systemeffekterna använde Adell 2016 både kvantitativa och kvalitativa metoder. Kvantitativa metoder användes för att modellera förändringar i transport- och trafikarbete för de olika trafikslagen samt samhällsekonomiska analyser. Kvalitativa metoder användes därefter för att med utgångspunkt i de kvantitativa resultaten analysera förändringar i både det lilla och det stora systemet.

2.2 Anpassning av det systemanalytiska ramverket är för HCT-city?

I denna studie som fokuserar på anläggnings transporter i tätorter kan vi anta att överflyttningseffekterna är små. Enligt vad vi sett analyserar man alltid möjligheterna att använda transporter på vattnet och på järnväg vid större anläggningsprojekt oavsett priset på vägtransporterna. Dock kan vi förvänta att antalet anläggningar som byggs, inklusive ny infrastruktur, ökar något (inducerad effekt) när transportkostnaderna sänks, eftersom dessa utgör en relativt stor del av den totala anläggningskostnaden. Denna effekt får anses som samhällsnyttig.

Effekterna på olyckor, luftföroreningar, framkomlighet för andra trafikanter samt andra externa effekter väntas vara större per fordonskm inom tätorter än för snittet i landet.

Enligt Boverket 2024:

”Godstransporter uppskattas generellt svara för ungefär tio till femton procent av antalet fordonsrörelser och ungefär tio till tjugo procent av antalet fordon i städer.

”Störningar från godstransporter: I tätorter är godstransporter ofta mer frekventa och stör generellt sett också ett större antal individer jämfört med utanför tätorter. Buller förekommer såväl vid transport som i samband med lastning och lossning av gods. Transport, lastning och lossning av gods kan av olika skäl behöva ske under natten eller tidigt på morgonen vilket bidrar till ökad problematik. Godstransporter bidrar vanligtvis också till en stor andel av de totala halterna av både kväveoxider och partiklar i tätorter. Vissa typer av godstransporter kan vara särskilt störande eller innebära särskilda risker för omgivningarna. Det kan till exempel handla om illaluktande transporter eller om transporter av farligt gods. För vissa verksamheter är dock tillgänglighet till störande godstransporter nödvändigt.”

I tätbebyggelse förväntas i stort sett alla de ömsesidiga sambanden i Figur 2 vara starkare än utanför tätbebyggelse. Speciellt sambandet med persontransporter av alla slag, d.v.s. personbil, buss, spårvagn samt inte minst de oskyddade trafikanterna på cykel eller gående.

3. Metodologiskt angreppsätt

3.1 Sammanfattning av Adell m. fl. 2016

Ett införande av HCT på väg kan ske med olika införandestrategier. Följande tre införandestrategier analyserades:

- A. Fritt införande av HCT.
- B. Införande i utpekade vägnät.
- C. Införande i utpekade vägnät kombinerat med en kilometerbaserad kostnad för vägtransporter.

I analysen differentierades varje införandestrategi utifrån att enbart tyngre lastbilar (74 ton) tillåts eller att både tyngre och längre fordonsekipage (74 ton/34 m) tillåts.

Effekterna påverkas också av antaganden kring samhällsutveckling inklusive efterfrågan på gods-transporter. Två framtidsscenarioer analyserades i olika kombinationer. Ett scenario var baserat på Trafikverkets prognoser ("TrV"). Det andra var ett klimatscenario som utgick från målsceariot i utredningen Fossilfrihet på väg ("FFF"). På så sätt bildades de 12 alternativen i Figur 3.

Tabell 1: Struktur för systemanalys där scenarier för samhälls- och transportutveckling kombineras med införandestrategier och längdbegränsning (Källa: Figur II i Adell 2016)

	1. TrV-scenario		2. FFF-scenario	
A. Fritt införande av HCT	74 ton	74 ton+34 m	74 ton	74 ton+34 m
B. Utpekade vägnät	74 ton	74 ton+34 m	74 ton	74 ton+34 m
C. Utpekade vägnät+km-baserad kostnad	74 ton	74 ton+34 m	74 ton	74 ton+34 m

För varje samhällsscenario tillkommer ett nollalternativ utan HCT som referens. Det enda som skiljer sig mellan nollalternativet och respektive införandestrategi är om HCT tillåts eller inte och på vilket sätt införandet går till, allt annat är detsamma, d.v.s. en ceteribus paribus-analys. I verkligheten kommer aktörerna i systemet, se figur 2, att reagera olika beroende på om HCT införs eller inte. Till exempel kommer järnvägs- och sjöaktörer att försöka förbättra sina konkurrensmöjligheter genom rationaliseringar och ändrade marknadsstrategier, vilket minskar överflyttningseffekterna av HCT. Sådana motreaktioner skulle kunna beaktas i en mutatis mutandis-analys, vilket inte lät sig göras i de modeller som användes i Adell 2016.

3.2. Vad i Adells metodologiska angreppsätt är relevant för HCT-city?

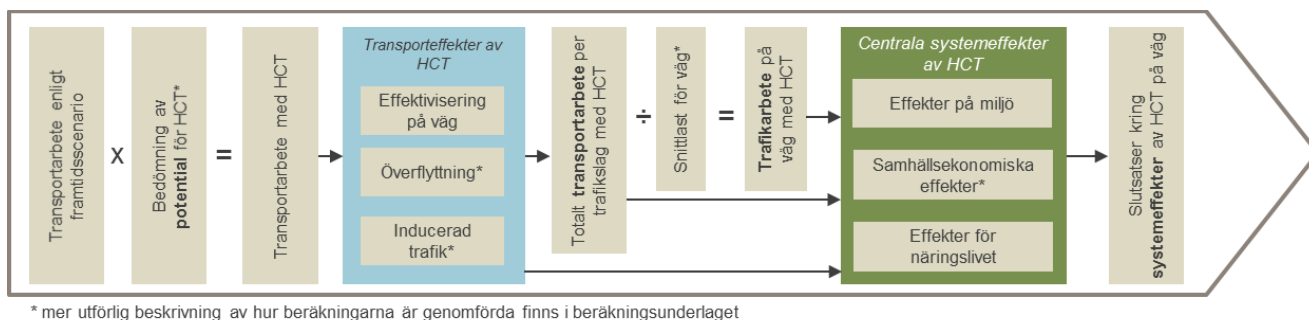
I denna studie har vi fokuserat på kombinationen:

- 1.TrV scenariot, eftersom det bäst speglar trafikutvecklingen sen 2016 och vad som prognosticeras framåt enligt Trafikverket 2024.
- B. Utpekade vägnät, eftersom det är den strategi som vi hittills valt i Sverige vid införandet av både BK4 (max 74 ton) och längre fordon (max 34,5 m). Det är också mest troligt att tätorterna väljer att peka ut ett specifikt vägnät där HCT-city fordonen tillåts i stället för att peka ut de gator och vägar där de är förbjudna. I Finland tillåts 76 ton och 34,5 m överallt såvida annat inte är skyltat även i tätorter. Samma strategi används för bl a tunga kranbilar i de flesta delstaterna i Australien.
- 74 ton, eftersom alla för HCT-city aktuella fordonsalternativ (se Tabell 2 i HCT-city huvudrapport AP 4) är kortare än 25,25 m. Dessutom har många tätorter till exempel Stockholm en längdbegränsning på 12 m för stora områden. Av den anledningen har fordon på 11 m och med fem axlar testats och utvärderats.

4. Förutsättningar och beräkningsgång för Top Down

4.1. Sammanfattning av Adell m. fl. 2016

Analyserna av systemeffekterna av ett införande av HCT på väg utgick i Adell 2016 från modellen beskriven i Figur 1, det vill säga att ett införande av HCT konsoliderar gods i större/längre fordonsekipage som därmed effektiviserar vägtransportarbetet. Grunddata till modellarbetet hämtades från modellen Samgods (2006), som använde 35 olika varugrupper. För att göra materialet hanterbart aggregerades varorna i analysen i 10 grupper utifrån sina olika transportförutsättningar.



Figur 4. Illustration av beräkningsgången (Källa: Figur 9 i Adell 2016)

Beräkningsgången illustreras i Figur 4. Att tillåta tyngre/längre lastbils ekipage i Sverige skulle ha effekt på vissa transporter, medan andra transporter inte är aktuella att föra över till HCT. Bedömningen av hur stor andel av transportarbetet som påverkas av ett införande av HCT gjordes i två steg. I steg ett bedömdes **bruttopotentialen**, dvs. den maximala potentialen hos respektive varugrupp för de olika typerna av transporter under förutsättning att tyngre/ längre ekipage kan köra överallt där 64-tonsekipage hade tillstånd att köra 2016, d.v.s. BK1-vägar. För att underlätta bedömningen av hur stor andel av transportarbetet som var aktuellt att flytta till HCT gjordes skattningar för de 10 varugrupperna och inom varugrupperna för följande olika typer av transporter:

- Direkttransporter mellan avsändare och mottagare,
- Terminaltransport till eller mellan terminaler.
- Distributionstransporter från terminal till mottagare

För att bedöma den verkliga andelen transportarbete som kan utföras med HCT-fordon togs hänsyn till hur stor andel av bruttopotentialen som kan realiseras beroende på hur stort vägnät som görs tillgängligt för HCT-fordonen. Detta kallades **nettopotential**. Dessa bedömningar gjordes per varugrupp. Resultatet visas i Tabell 2.

Tabell 2: Skattade nettopotentialer för HCT vid olika införandestrategier (i procent av totalt transportarbete) (Källa: Tabell 6 i Adell 2016)

	Fritt införande	Utpekad vägnät
	74 ton	74 ton
Totalt	66 %	57 %
Livsmedel	15 %	15 %
Jordbruk	81 %	52 %
Skogsbruk	100 %	2030:57 % 2050:78 %*
Trä, trävaror och papper	64 %	62 %
Råolja & oljeprodukter	72 %	68 %
Malm och annan metallråvara	100 %	99 %

Stål och metallmaterial	86 %	83 %
Anläggningsmaterial	96 %	81 %
Kemikalier	76 %	72 %
Övriga förädlade varor	11 %	11 %

*** Bedömningen grundar sig på att en större del av det finmaskiga nätet, inkl. kommunala och privata vägar väntas vara tillgängligt för skogsbruket till 2050. Eftersom skogsbruket är beroende av detta nät påverkas nettpotentialen inom denna varugrupp.**

För att beräkna kostnadseffektivisering användes en representativ lastbilstyp för varje varugrupp. Alla kostnader beräknades med SÅ Calc. Ingående data togs fram tillsammans med åkare.

Alla beräkningar utgick ifrån att alla fordon, både HCT och andra, följer regler för vikter, dimensioner, tekniska krav, var de får köra och hastigheter. Trafikverket (2015) rapporterade att 16 % av de tunga lastbilarna hade mer än 3 ton i överlast och att 40 % överskred hastighetsgränserna. Om denna låga regelefterlevnad gäller även i framtiden kan kostnaderna avseende främst vägslitage och olyckor komma att bli större än som beräknades med modellerna.

Modellerna Adell 2016 utgick från transportarbete (tonkm). För att kunna göra de samhällsekonomiska analyserna behövde detta omvandlas till trafikarbete (fordonskm). Det eftersökta trafikarbetet med HCT erhöles genom att dividera transportarbetet med den genomsnittliga lasten för olika typer av fordon inom respektive varugrupp. I detta inkluderas både fyllnadsgrad och tomtransporter. Genomsnittlig snittlast för 74-tonsekipage blev 28,4 ton, för 74 ton/34 meter 32,4 ton och för referensen 60-tonsekipage 24 ton, d.v.s. 74-tonsekipage tar cirka 15 % mer last och 74 ton/34 metersekipage ger cirka 35 % mer last.

Tabell 3: Snittlaster för olika typer av ekipage. Inkluderar både fyllnadsgrad och tomkörningar. (Källa: Tabell 8 i Adell 2016)

Snittlaster för olika typer av ekipage			
	60 ton 25,25 meter	74 ton 25,25 meter	74 ton 34 meter
Alla varugrupper totalt	24,0 ton	28,4 ton	32,4 ton
Livsmedel	27,9 ton	31,2 ton	38,8 ton
Jordbruk	22,4 ton	28,0 ton	31,2 ton
Skogsbruk	20,0 ton	23,9 ton	25,4 ton
Trä, trävaror och papper	25,6 ton	30,2 ton	35,6 ton
Råolja & oljeprodukter	23,2 ton	27,7 ton	30,7 ton
Malm och annan metallråvara	24,7 ton	29,6 ton	31,1 ton
Stål och metallmaterial	28,9 ton	34,6 ton	36,7 ton
Anläggningsmaterial	24,4 ton	29,2 ton	30,9 ton
Kemikalier	22,9 ton	27,0 ton	32,3 ton
Övriga förädlade varor	20,4 ton	23,8 ton	30,3 ton

I Tabell 4 presenteras den samhällsekonomiska kalkylen för kalkylperioden 2018–2058 för införandestrategi B – utpekad vägnät. Kalkylen visar på totaleffekten (nyttor och kostnader) av effektivisering av vägtransporterna, överflyttning från sjöfart och järnväg samt förändring i efterfrågan på vägtransporter. De totala nyttorna är något lägre än för fritt införande, samtidigt som kostnaderna för infrastrukturinvesteringar är något lägre. Störst skillnad mellan tyngre samt tyngre och längre fordon återfinns för posten producent- och konsumenteffekter, som ger stora positiva värden för tyngre och längre fordon till följd av en minskning av

transportkostnader och vinster för näringslivet. Tabell 4. Samhällsekonomisk kalkyl för införandestrategi B, Utpekat vägnät, TrV-scenariot. (Källa: Tabell 20 i Adell 2016)

Tabell 4 presenteras den samhällsekonomiska kalkylen för kalkylperioden 2018–2058 för införandestrategi B – utpekat vägnät

Samhällsekonomisk effekt		Nuvärden, miljoner kr	
		74 ton	74 ton o 34 m
Producent- /konsumenteffekter	Fordonsägare eller godstransportköpare	67 008	161 122
Budgeteffekter	Dieselskatt	-7 533	-27 881
Externa effekter	Vägslitage (exkl. broar)	995	2 609
	Luftföroreningar	87	486
	CO ₂	2 552	7 426
	Olyckor	943	2 701
	Tidsfördröjning	251	739
Summa		64 303	147 202
Infrastrukturinvesteringar		10 705	10 705
NNK		5,01	12,75

4.2. Vad i beräkningarna är relevant för HCT-city?

Varugrupp 8 avsåg anläggningsmaterial dvs. material till anläggningsarbeten och markfyllnad. Transportmarknaden för anläggningsmaterial domineras stort av vägtransporter, främst på korta sträckor inom och mellan storstadsregionerna. 18 % av de svenska vägtransporterna i tonkm härrörde från anläggningsmaterial 2006. Dock anges inte hur stor del av dessa som utfördes i tätorter.

Enligt fotnoten till Tabell 2 grundar sig bedömningarna på att en större del av det finmaskiga nätet, inkl. kommunala och privata vägar var tillgängliga för skogsbruket. Troligen gällde detta även alla varugrupper, inklusive anläggningsmaterial, annars skulle nettpotentialerna vara väsentligt lägre.

Snittlasterna för anläggningsmaterial beräknades till 24,4 ton i referensscenariot och 29,2 ton för 74-tonsekipage samt 30,9 ton för 74 ton/34 meter 32,4 ton. Dessa värden skiljer sig avsevärt från de vi observerat i huvudstudiens två fallbeskrivningar (piloter), bygget av järnvägstunneln Varberg och Norra Djurgårdsstaden i Stockholm.

5. Beräkning av besparingspotentialer av ett införande av HCT-city i olika fall.

I denna delrapport beräknas och analyseras de förväntade samhällsekonomiska effekterna av ett införande av konceptet HCT-city vid transporter av massgod i tätorter. Konceptet består av de fyra lika viktiga delarna: HCT-fordon, infrastruktur, framförande och tillträde samt ett samlat regelverk med certifiering och tillsyn. Analysen görs med två olika metoder – Top-down och Bottom-up.

5.1. Top-down

Vi börjar med top-down genom att utgå ifrån rapporten Systemanalys av införande av HCT på väg i Sverige (Adell 2016). Vi vet inte hur stor del av transporter av anläggningsmaterial som utförs inom tätorter. Enligt Björketun och Eriksson 2001 så utfördes 26% av trafikarbetet på de kommunala vägarna och gatorna. Notera kommentaren till Tabell 2 ”Bedömningen grundar sig på att en större del av det finmaskiga nätet, inkl. kommunala och privata vägar väntas vara tillgängligt för skogsbruket till 2050.” En närmare granskning visar att samma antas gälla för alla varugrupperna. Om det finmaskiga nätet i tätorter uppgraderas till BK4+ så kommer inte bara varugruppen anläggningsmaterial utan första och sista milen för HCT-fordon för alla varugrupper att dra nytta av uppgraderingen.

Då blir besparingarna 16 719 miljoner kr, beräknat som 26% av 64 303 miljoner kr, som är de ackumulerade nuvärdena under åren 2018-2045 av de totala besparingarna för det för HCT-city mest relevanta fallet i Adell 2016, som är TrV-scenariot, Utpekade vägnät samt Max 74 ton/25,25 m. Se tabell 4. Om vi avgränsar till anläggningstransporter som i Adell 2016 stod för 18% av transportarbetet för riket och vi antar att 26% av dessa utfördes i tätort blir besparingen 3 009 miljoner kr i ackumulerat nuvärde.

Av dessa besparingar utgjorde de icke internaliserade samhällsekonomiska kostnaderna för vägslitage, luftföroreningar, CO₂, olyckor och tidsfördröjning för andra trafikanter 21,5%. Också värt att notera att de företagsekonomiska kostnadsbesparingarna är större än de samhällsekonomiska eftersom avdraget för betald dieselskatt och moms är högre än de icke internaliserade samhällsekonomiska kostnaderna.

En HCT-cityreform är i teorin lönsam om kostnaderna för att uppgradera det finmaskiga nätet i tätorter är lägre än de förväntade besparingarna. I tabell 4 anges att det krävs en investering i infrastrukturen på 10 705 miljoner kr. Om vi antar att 26% avser tätorter så blir kostnaden för uppgradering till HCT-city, dvs BK4+, 2 783 miljoner kr. Detta är endast 17% av nyttan på 16 719 miljoner kr

Vi börjar med Top-down genom att utgå ifrån rapporten Systemanalys av införande av HCT på väg i Sverige (Adell 2016). Den rapporten var underlag till flera av Trafikverkets redovisningar av regeringsuppdrag inför beslut om införande av BK4 (max 74 ton) samt längre fordon (max 34,5 m). Båda reformerna begränsade tillträdet av HCT-fordonen till utpekade vägnät som sedan successivt har utvidgats. Detta skiljer sig ifrån Finland där man tillåter fordonståg på max 76 ton och max 34,5 meter överallt där inte begränsningar skyltats, kallas i Adell 2016 för Fritt införande. Den rapporten använde den kalkylmetod och de parametrar som anvisas inför alla infrastrukturinvesteringar (ASEC 5). Den visade på mycket stora samhällsekonomiska besparingar för alla de 12 studerade scenarierna i förhållande till kostnaderna för de investeringar som behövdes med att tillåta HCT-fordon på 74 ton/25,25 m respektive 74 ton/34,5 m jämfört med ett basscenario utan HCT. Besparingarna beräknades till mellan 29 och 63 miljarder kr i ackumulerade nuvärden under åren 2018–2045 vid en investering på 13 miljarder kr. I denna rapport har de mest relevanta delarna av Adell 2016 rapporten sammanfattats och lärdomarna lyfts fram.

Anläggningsmaterial utgjorde en av de 10 varugrupper som ingick i modellen som användes i Adell 2016. Transporter av anläggningsmaterial stod för ca 18% av transportarbetet (tonkm) på väg i Sverige. Vi vet inte hur stor del av dessa som utfördes inom tätorter. Emellertid skulle transporter av alla godsslag dra nytta av att det öppnas vägnät för HCT i tätorter för första och sista kilometrerna av fjärrtransporterna, inte bara anläggnings-transporterna inom tätorten. Således kan vi anta att andelen transporter som drar nytta av ett tänkt HCT-regelverk i tätorter är väsentligt högre än 18%. Stort fokus lades i Adell 2016 på att beräkna och motverka oönskade effekter, s.k. reboundeffekter, av att de lägre kostnaderna för vägtransporter skulle leda till dels en oönskad överflyttning av transporter från järnväg och sjöfart till väg, dels för ökade godstransporter totalt sett. För transporter av anläggningsmaterial inom tätort så bedöms riken för överflyttning som mycket små och sannolikheten för ökade transporter som positivt, eftersom det skulle innebära att flera anläggningsprojekt då kunde genomföras inom samma budgetram.

Enligt Björketun och Eriksson 2001 utfördes 26% av trafikarbetet (fordonskm) nationellt på de kommunala vägarna och gatorna. Låt oss anta att 26% även gäller den minskning av transportarbetet på väg som införande av HCT beräknades medföra i Adell 2016. Då blir besparingarna till följd av en HCT-city reform 16 719 miljoner kr, beräknat som 26% av 64 303 miljoner kr, som är de ackumulerade nuvärdena under åren 2018-

2045 av de totala samhällsekonomiska besparingarna vid det för HCT-city mest relevanta fallet i Adell 2016, som är Trafikverksscenarioet, utpekade vägnät samt höjning från max 60 ton/25,25 m till max 74 ton/25,25 m. Om vi begränsar oss till bara anläggningstransporter i tätort så blir besparingen 18% av detta d.v.s 3 009 miljoner kr.

Dock vet vi att det är stora skillnader mellan tätort och landsbygd avseende i stort sett alla faktorer som har betydelse för både de företagsekonomiska och för de samhällsekonomiska kostnaderna. För de senare en faktor 2–4 gånger större. Dessutom är det helt andra fordon som används för masstransporter i tätort än på landsväg. Det visade sig mycket svårt att i efterhand anpassa kalkylen i Adell 2016 för att beakta alla dessa ändrade antaganden och vi hade varken resurser eller tid att bygga om modellen.

5.2. Bottom-up

5.2.1. Beräkning av effekter

5.2.1.1 Beräkningsföresättningar

En kalkylmodell i Excel byggdes för att beräkna effekter i ett antal illustrativa fallstudier. Antagandena om prestanda, uppdraget och effekter sattes som parametrar så att det enkelt går att ändra antaganden för känslighetsanalyser eller andra fallstudier. Bakom beräkning av effekter finns att antal antaganden som tagits fram i samråd med experter inom branschen. De redovisas nedan.

Marknadspriser

- per timme i 2023 års penningvärde
- singel utgår från 3 axlig BK2 850 kr och ökar med +100 kr/axel, samt extra högre bränsleåtgång +125 för BK4, +50 för BK4+
- dubbel utgår från 3+4 BK1 1200 kr och ökar med +100 kr/axel, samt extra för högre bränsleåtgång +25 för BK4,

Köruppdrag

- De kör 50% med maxlast 50% tomma. Dvs snittlasten blir hälften av maxlasten.
- Parametrar: Massa att flytta, avstånd, hastigheter och tider per vända då bilarna står stilla för lastning, lossning och väntan på dessa

Bränsleförbrukning.

Tidigare studier visar grafer för uppmätt bränsleförbrukning versus bruttovikt för ett antal olika fordonskombinationer för fjärrtransport. Alla visar en rak linje som börjar med 30 liter/100 km för 20 ton och sen stiger linjärt med 10 liter per 20 ton. Om det antas gälla även korta transporter på några km och vid 30-40 km/h på plan mark så betyder det för

- 3-axlig på BK2: Bruttovikt 24 ton: $30 + 10 * (24-20)/20 = 32$ liter/100 km. Förstudien rapporterade 31,79 och N Djurgårdstaden i Stockholm 30 blandad körning och 27 olastad
- 4-axlig på BK1: Bruttovikt 32 ton: $30 + 10 * (32-20)/20 = 36$ liter/100 km. N Djurgårdstaden 36 blandad körning
- 5-axlig BK4+ 42 ton: $30 + 10 * (42-20)/20 = 41$ liter/100 km. Förstudien 43,29 (Finsk 5-axlad). N Djurgårdstaden troligen 41

Således stämmer formeln mycket bra för de bilar som kördes i N Djurgårdstaden.

Vi utgår från moderna bilar där motorn automatiskt stängs av när bilen står still efter någon minut. För äldre bilar 2,5 liter per timma på tomgång enligt Lennart Cider på Volvo.

Enligt Trafikanalys 2024 Transportsektorns samhälls-ekonomiska kostnader 2023 – bilaga 3. Där anges bränsleförbrukningen för Tung lastbil utan släp i genomsnitt 25,47 liter/100 km i tätort och 24,89 på landsbygd. Tung lastbil med släp i genomsnitt 41,38 i tätort och 37,42 på landsbygd. Bränsleförbrukningen i tätort för både singelbil och bil+släp är 20% lägre än Lennarts data. Det kan bero på att Lennarts data avser fullastad fordon med Trafikanalys avser genomsnitt, dvs fordon lastade med snittlaster.

Budgeteffekter

För att få fram kostnader utan skatter beräknade vi s.k. budgeteffekter bestående av bränsleskatter som drogs av från kostnader enligt marknadspris. Budgeteffekter avser minskningen av bidraget till stadskassan till följd av reformen. Enligt ASEK avser det alla skatter på bränslet. Enligt https://www.ekonomifakta.se/sakomraden/elfakta/styrmedel/dieselskatt_1208801.html Dieselskatten utgörs dieselskatten av tre olika skatter: koldioxidskatt, energiskatt och moms. Dessa är

Moms på diesel: 2,59 kr/l

Fasta skatter: 5,35 kr/l

Total skatt: 7,94 kr/l

Totalt pris: 18,29 kr/l

Skattens andel av det slutliga priset blir 43,4 procent av priset vid pumpen.

Enligt Finansdepartementet Fi2024/01726 Sänkt skatt på bensin och diesel 2025.

- Den 1 januari 2025 sänks energi- och koldioxidskatten på diesel (utom på s.k. lågbeskattad olja) med sammanlagt 170 kronor per kubikmeter jämfört med den nivå som tidigare beslutats för 2025.
- Den 1 juli 2025 sänks energiskatten på diesel (utom lågbeskattad olja) med ytterligare 320 kronor per kubikmeter.
- Den 1 januari 2025 sänks koldioxidskatten på lågbeskattad olja med 86 kronor per kubikmeter jämfört med den nivå som tidigare beslutats. Den 1 juli 2025 sänks koldioxidskatten på lågbeskattad olja med ytterligare 320 kronor per kubikmeter.
- De skattenivåer som gäller för diesel och lågbeskattad olja efter sänkningarna 2025 ska gälla även under 2026.
- De energi- och koldioxidskattesatser som ska gälla för bränslen under 2025 och 2026 ska framgå direkt av lagen om skatt på energi.

Eftersom det är svårt att bedöma priset på diesel och skatterna på diesel under de 10-15 år det tar att fullt ut införa HCT-city i alla städer i landet har vi valt att utgå från 8 kr/liter i 2023 års penningvärde.

Externa kostnader.

För att beräkna de samhällsekonomiska kostnaderna lade vi till de icke internaliserades samhällsekonomiska kostnaderna till kostnaderna enligt marknadspris. Trafikanalys (Källa) rekommenderar 6 kr per fordons-km i snitt för tätorter. Troligen ett medelvärde för alla tunga lastbilar. Här antar vi högre värden för bil+släp och lägre värden för singel.

När man gör en noggrannare analys bör man beakta att dessa externa effekter är högre om rutten passerar känsliga områden, t ex skolor och bostäder. Buller är dyrare på natten medan kostnaden för försämrad framkomlighet för andra fordon är högre på dagen. Väglitaget per fordonskm kan antas vara proportionellt mot antal standardaxlar.

CO2 utsläpp

CO2-utsläppen beräknades med formeln: 2,54 kg CO2/liter *(1-reduktionsplikt 6%) =2,39. Reduktionsplikten avser 2024/25

Trafikutrymme

Vi åskådliggör detta genom antagandet att alla kör efter varandra i en konvojs. Dess längd =fordonskm x (fordonslängden + säkerhetsavståndet) där säkerhetsavståndet är 3 sekunder, dvs = 3 x hastighet/3,6. Vid 30 km/h blir det 25 meter.

Antal lastbilspassager

Dessa beräknas som 2 x Antal vändor. Antalet olyckor & bullerstörningar beror på antalet lastbilar som passerar en viss plats under uppdraget.

Tid om endast en bil

Denna beräknas som antal vändor x tid per vända. Ger en indikation på hur snabbt uppdraget kan utföras.

5.2.1.2. Illustrativa fallstudier

Vi identifierade först 12 olika tillträdesklasser och valde sen i samråd med experter ut fordonen A till H, som optimerats för tillträdesklasserna, vilket redovisas i Tabell 5:

Tabell 5. Tillträdesklasser med fordon optimerade för var och en

	Max 12 meter	Max 17 meter	Max 25,25 meter
BK 2	A		
BK 1	B	C	D
BK 4	E, F	C	H
BK 4+	G		

BK 4+ innebär BK 4 men där singelbilar med 5 axlar tillåts ha en bruttovikt på max 42 ton under vissa förutsättningar, vilka redovisas i huvudrapporten. Två sådana bilar testades under projektet i Norra Djurgårdsstaden.

I samråd med sakkunniga inom branschen tog vi fram data avseende prestanda, marknadspriser m.m. för dessa typfordon. Sen gjorde vi en Excel-modell för att beräkna effekter för ett specifikt transportuppdrag, i form av nedanstående KPI-er (Key Performance Indicators):

- Marknadspris för uppdraget. Prisläge 2023
- Samhällsekonomisk kostnad = Marknadspris – bränsleskatter + icke internaliserade samhällsekonomiska kostnaderna
- CO2 utsläpp med hänsyn till reduktionsplikten
- Trafikutrymme mätt som längden på en konvoj där alla bilarna kör efter varandra med 3 sekunders mellanrum
- Antal vändor
- Tidsåtgång

Vi beräknade och analyserade dessa KPI-er i de fyra illustrativa fallen:

1. Flytta 1 000 ton bergmassa 10 km på plan mark i 30km/h där bilen står still i 30 minuter per vända. KPI-er beräknades för de åtta fallen där vart och ett av typfordonen utförde hela uppdraget.
2. Alla transporter vid byggandet av järnvägstunneln under Varberg. 1,7 miljoner kbm som vägde 3 miljoner ton har transporterats. Vi antog i snitt 12,3 km med 30 km/h och stillastående 30 min per vända. Nyttan beräknades som skillnaderna i KPI-erna utan respektive med

HCT-dispensar.

3. Nyttan för alla tätorter tillsammans om anläggningstransporterna hade fått dispens att köra efter högre bärighetsklass än tillåtet. Data från 2023.
4. Nyttan av Intelligent Access (IA) för alla tätorter tillsammans om anläggningstransporterna hade fått dispens att köra efter högre bärighetsklass än tillåtet endast om IA används. Data från 2023. Två alternativ: 4a utan höjning av max bruttovikt och 4b där max bruttovikt har höjts med 5%.

Liksom i Adell 2016 beräknade vi effekter i tre steg.

- I. Bruttopotentialen av att byta från en ett fordon optimerat för en bärighetsklass till ett fordon optimerat i för en högre tillträdesklasserna för en specifik rutt och transportuppdrag.
- II. Nettopotentialen för ett specifikt större uppdrag eller hel tätort där en mix av fordon optimerade för olika tillträdesklasser används samtidigt för flera olika rutter i nätverket. Dvs För att bedöma den verkliga andelen transportarbete som kan utföras med HCT-fordon togs hänsyn till hur stor andel av bruttopotentialen som kan realiseras beroende på hur stort vägnät som görs tillgängligt för HCT-fordonen.
- III. Införandetakt, dvs uppgraderingar över tid av tillträdesklasserna i nätverket tills nettopotentialen uppnåtts

Resultat från fall 1.

Tabell 6 visar transportkostnader i procent av transportkostnaden för referensfordonet BK 2, max 12 meter för ett antal tillträdesklasser.

Tabell 6. Transportkostnader jämfört med referensfordonet BK 2, max 12 meter

	Max 12 meter	Max 17 meter	Max 25,25 meter
BK 2	A (3-axl) 100%		
BK 1	B (4-axl) 70%	C 44%	D 35%
BK 4	E 64% F 63%	C 44%	F 35%
BK 4+	G 54%		

Tabellen visar att transportkostnaden kan minska med 65% om uppgradering görs från BK2/12 meter till BK1/25,25m (från 100% till 35%). En ytterligare ökning till 34,5 m har liten effekt eftersom bruttovikterna då blir över tillåtet även om axelvikterna ligger under det tillåtna. Dessa fordonslängder är heller inte optimala för anläggningsprojekt i tätorter.

En höjning av bruttovikterna inom 12 m-gräns från BK2 till BK1 kan minska transportkostnaderna med 30%, från BK1 till BK4 med ytterligare 6%. Från BK4 till BK4+ med ytterligare 10%. Sammanlagt från BK2 till BK4+ innebär det en kostnadsminskning med 46%.

Tabell 7 visar möjliga bruttopotentialer av att höja till högre bärighetsklasser.

Tabell 7 Bruttopotentialer mätt som besparing i transportkostnad vid uppgraderingar av vägnätet till högre bärighetsklass

Besparing i %	BK2 till BK1, 12m	BK1 till BK4+, 12 m	BK2 till BK4+, 12m	BK1, 12 m till BK4, 25,25m	BK2, 12 m till BK4, 25,25m

Transp. kostnad	30%	15%	46%	50%	66%
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----

Resultat från fall 2.

Vid bygget av järnvägstunneln köpte man totalt transporter för 256 miljoner kronor varav 60 miljoner kronor för transport av bergmassor och resten är annat gods. Ca 3 miljoner ton med volymen 1,4 miljoner kbm transporterades under perioden 2019 till 2025. Hela projektet kostade ca 7 000 miljoner. Allt enligt uppgift från huvudentreprenören Implenia. Det betyder att transportererna utgjorde 3,6% av alla kostnaderna. Den genomsnittliga densiteten på godset var 2,14 g/cm³, vilket innebär att det är vikten och inte volymen som begränsar hur mycket det går att lasta på ett fordon. Bergmassorna innehåller mycket charnockit som är en slags sammanpressad granit med en densitet mellan 2,71 och 3,12 g/cm³. Charnockit finns nästan bara i Varberg och i Italien.

Vi antog att vid transport av bergmassor lastade man i genomsnitt till 85% av max tillåtet (fyllnadsgrad) för att inte riskera övervikt och för övrigt till 75% eftersom det ofta är transporter av mindre sändningar per uppdrag som inte fyller hela bilar och ibland av stora saker som inte går att dela, s.k. odelbart gods. Det betyder att man måste köpa mer transportkapacitet än man teoretiskt behöver. I genomsnitt $(60/0.85 + 196/0.75)/256 = 332/256 = 1,3$, d.v.s. fyllnadsgraden antogs vara 78%. Man betalade för 3,85 miljoner tons transportkapacitet för att transportera 3 miljoner ton.

Ca 14% av transportererna antog vi utfördes med en 3-axlig singelbil på BK2-klassade vägar och resten på BK1-klassade. Inne i tunneln gick det att vända singelbil och dragbil med tipptrailer men inte bil-släpkombinationer. Därför antog vi att 36% transporterades med en 4-axlig singelbil, 30% med en 6-axlig tipptrailer och 20% med en 7-axlig bil-släpkombination.

Vi simulerade sedan en situation där man givit dispenser för att köra enligt BK4+ regelverket på utpekade BK1-vägar. Den 4-axliga singelbilen byttes till en 5-axlig och den 7-axliga bil-släpkombination till en 9-axlig. Andelen av transportarbetet som utfördes med 3-axlig singelbil och med 6-axlig tipptrailer antogs vara detsamma med och utan dispenser. Således omfattade dispensererna 56% av transportarbetet.

Om man hade givit dessa dispenser 2019 när projektet startade så hade man enligt kalkylen kunnat minska transportkostnaderna med 9,8%, d.v.s. 25 miljoner och de samhällsekonomiska kostnaderna med 10,3%, d.v.s. 27,9 miljoner enligt kalkylen. CO₂ minskningen blev 9,9%. Antalet vändor och därmed även tidsåtgången och behovet av förare minskade med 16,2%. Dessa besparingar sammanfattas i Tabell 11.

Kalkylmodellen borde kunna användas vid upphandlingen av transporter respektive vid dispensgivning i specifika projekt. En stad kan också använda modellen för att väga nyttan mot investeringskostnader vid val av alternativa permanenta HCT-vägnät.

I en fullständig cost-benefitanalys ska också kostnaderna beräknas. Dessa utgörs av beräkningar av den verkliga bärigheten för gator, vägar och broar samt nödvändiga förstärkningar av sårbar infrastruktur, främst broar. Resultaten i huvudrapporten HCT-city indikerar att i många fall kan ett HCT-vägnät i tätorten tillskapas enbart genom att räkna upp bärigheten och utan förstärkningar. En stad angav att det kostar i genomsnitt 25 000 kr per km att räkna på om och hur mycket det går att höja bärigheten utan att riskera att väggroppens livslängd förkortas.

Resultat från fall 3.

Samma kalkylmodell och parametrar som för Varbergstunneln användes för att beräkna nyttan av en uppskalning till alla tätorter. Data från 2023 användes. Transportarbete på väg var då 51 671 miljoner tonkm (Trafikanalys 2024). Vi antog 26% i tätort och därav 18% anläggningstransporter. Vid 85% fyllnadsgrad betyder det att en transportkapacitet köptes på 2 845 miljoner tonkm. Sträckan antogs i snitt vara 10 km. 30 km/h. Stillastående 20 min per vända.

Många städer har klassat stora delar av sina gator enligt BK2. Därför antog vi att 40% av anläggningstransporterna utfördes på BK2 och resten på BK1-klassade vägar. Dispens att köra enligt BK1 gavs på 2/3 av de BK2-vägar som var relevanta för anläggningstransporter och dispens att köra enligt BK4+ gavs för 47% av de relevanta BK1-vägarna. Dessa förändringar redovisas i Tabell 8.

Tabell 8. Möjligt införande av HCT-fordon för masstransporter i tätort under kommande år. Scenario möjlig fordonsfördelning.

2025		2045		
BK2	BK1	BK2	BK1	BK4+
40%	60%	15%	45%	40%

Om man hade givit dessa dispenser innan 2023 så hade man kunnat minska transportkostnaderna med 3 miljarder kr d.v.s. 21%, och de samhällsekonomiska kostnaderna med 3,3 miljarder kr d.v.s. 21,5% enligt kalkylen. CO2 minskningen blev 20,9%. Antalet vändor och därmed även tidsåtgången och behovet av förare minskade med 28,9%. Detta sammanfattas i Tabell 11.

Om tätorterna skulle välja att permanent uppgradera dessa för masstransporter relevanta vägnätverk leder det till kostnadsbesparingar under många år. Man brukar räkna fram nuvärdet under 40 år som vägs mot investeringskostnaden i de samhällsekonomiska kalkylerna. Vid en sådan beräkning anger man införandetakt. I Tabell 9 föreslår vi förväntad införandetakt. I kalkylerna ovan antog vi att 66,6% av transportarbetet utfördes av fordon som är optimerade för HCT-City-regelverk. Vi kallar det nettopotential. d.v.s. det som förväntas gälla för år 2045 och för vart år därefter.

Tabell 9: Förväntad införandetakt av HCT mellan 2025 och 2045. Därefter konstant.

År	2025	2030	2035	2040	2045-65
Andel av nettopotentialen	20 %	40 %	60%	80 %	100 %

Med antaganden om kostnaderna för kommunerna att uppgradera en del av vägarna och gatorna och kalkylränta kan nuvärdet av besparingarna samt NNK (Nettonuvärdeskvoten) beräknas. NNK beräknas i generella drag som $(\text{summa nyttor} - \text{investeringskostnad}) / \text{investeringskostnad}$. D.v.s. resultatet av den samhällsekonomiska kalkylen där de beräknade nyttorna ställs i relation till objektets investeringskostnad.

Sådana beräkningar torde leda till minst lika fördelaktiga resultat som de i Adell 2016. Dock bör de nya parametrarna som anges i ASEK 8 användas. Dessa rekommenderas för alla infrastrukturinvesteringar. Då kan en kommun jämföra en investering i ett HCT-citynätverk med andra investering i infrastruktur t.ex. en ny förbifart eller ny järnvägshållplats.

Resultat från fall 4.

I kalkylmetoderna ovan liksom i Adell 2016 utgår man ifrån att alla fordon följer reglerna till 100%. Vi vet att i verkligheten är överlast och fortkörning alltför vanliga och därmed har kostnaderna för vägslitage underskattats. Man borde därför analysera effekterna av olika typer av åtgärder för ökad regelefterlevnad, t.ex. med respektive utan krav på elektronisk styrning för att hjälpa aktörerna att göra rätt och för övervakning beträffande rutter, axellaster och hastigheter, s.k. Intelligent Access. Det innebär att väghållaren kan tillåta högre axelvikter och bruttovikter om intelligent access används, utan att minska infrastrukturens livslängd. Krav på Intelligent Access ökar kostnaderna för både lastbilägare och infrastrukturhållare, bl.a. för den utrustning som behövs. Dock spar åkeriet pengar om de genom intelligent access kan lasta ända upp till maxgränsen, d.v.s. minska undervikter. Sådant regelverk har tillämpats i Australien sen 2003 och testades i en serie demonstrationsprojekt i Sverige, men infördes inte eftersom några intressenter var emot ökad kontroll. För närvarande utreds intelligent access i Sverige för trafik på frusna vägar och för odelbart gods. Läs mer om detta i bilagan Omvärldsanalys.

För att beräkna nyttan med Intelligent Access använde vi samma kalkylmodell som i fallet 3 med den skillnaden att i stället för en genomsnittlig fyllnadsgrad på 85% antog vi att den verkliga bruttovikten i snitt är 5% lägre än maximalt tillåtet utan IA, samt att med IA sätts maxvikten 5% högre än utan och den nya verkliga bruttovikten antas i genomsnitt bli 3% lägre än den nya maxvikten. Notera X% högre bruttovikt medför i stort sett 2X% mer last eftersom maxlasten oftast är lika stor som tomvikten (tara)

BK 4+ IA innebär BK 4+ men där 5% högre bruttovikt tillåts om AI (Intelligent Access) används vilket innebär att IT-system i bilen, lastaren och infrastrukturen ser till att bilen inte överlastas, kör där och när den inte har tillstånd eller framförs med för hög hastighet. IA beskrivs utförligare i huvudrapporten.

Data från transporter från Varbergstunneln visar stor spridning i lastvikter om inte IA används. För att vara på den säkra sidan och undvika överlaster så lastas bilarna inte upp till maxlasten vilket leder till fler transporter och ökade kostnader. Med IA kan de verkliga lasterna höjas så de ligger närmare maxlasten vilket minskar kostnaderna för transportuppdraget. Samtidigt som överlasterna helt kan elimineras vilket minskar slitaget och skadorna på vägkroppen. Således kan vägghållaren acceptera högre maxvikter så länge höjningen inte medför ökat slitage och skador på vägkroppen. Siffran 10% är bara satt som ett räkneexempel utan närmare analys. I Australien har man tillämpat denna metod i 15 år med mycket goda resultat.

Om man hade givit dispenserna i fallet 3 bara om IA användes så blev enligt kalkylen besparingarna de som visas i Tabell 10. Två alternativ: 4a utan höjning av max bruttovikt och 4b med höjning av max bruttovikt med 5%.

6. Sammanfattande analys och rekommendationer

Tabell 10: Kalkylerade besparingar i de analyserade fallen

Besparingar vid införande av HCT för masstransporter	Varbergs tunneln	Alla tätorter tillsammans	Intel. Access Utan ökad bruttovikt	Intel. Access Med 5% ökad bruttovikt
Fall	2	3	4a	4b
Kostnad (marknadspris)	9,8%	21,0%	25,2%	32,0%
Samhällsek. kostnad	10,3%	21,5%	25,6%	32,3%
CO2 utsläpp	9,9%	20,9%	24,8%	31,6%
Trafikutrymme	10,0%	22,8%	26,8%	33,5%
Fordonskm	16,2%	28,9%	32,7%	38,9%

Den procentuella minskning av tidsåtgång och antalet fronter som passerar en viss plats är lika med den för fordonskm.

Tabell 11. Mix av fordon och minskade samhällskostnader i kalkylexemplen

Fordon	A	B	C	D	E	F	G	H	Samhällsek kostnad	Besparing
Regelverk bruttovikt	B2	B1	BK1 & 4	BK1	BK4	B4	BK+	BK4		
Längd i meter	12	12	17	25,25	12	12	12	25,25		

Varbergstunneln utan	14	36	30	20					270	
.....med HCT	14		30				36	20	242	10,3%
Alla tätorter utan	40	20	20	20					15 164	
.....med HCT	15	15	15	15			20	20	11 905	21,5%
Alla tätort verkl. utan									19 259	
Alla tätorter HCT+IA utan bruttov. ökning									14 330	25,6
med bruttov. ökning									13 034	32,3

10

7. Bilaga

Excel-kalkyl.

- Blad 1 omfattar
 - fall 1 där vart och ett av de 8 bilarna utför samma uppdrag, samt
 - fall 2 avseende transporter av massor för Varbergstunneln, med och utan HCT-city-regelverk
- Blad 2 omfattar transporter av massor för alla tätorter, med och utan HCT-city-regelverk
- Blad 3 omfattar transporter av massor för alla tätorter, med och utan HCT-city-regelverk inkluderande krav på Intelligent Access med två alternativ
 - Utan höjning av maximalt tillåten bruttovikt
 - Med höjning av maximalt tillåten bruttovikt

8. Referenser

Adell E. m fl Systemanalys av införande av HCT på väg i Sverige. Rapport nr 95. Miljö-och energisystem. Institutionen för teknik och samhälle.

Asp, T. m fl 2019. Färdplan HCT. Trafikverket

Björketun, U. och Jan R. Eriksson, J. R. 2001. Trafikarbete i tätort och på Landsbygd VTI rapport 473

Boverket 2024. Godstransporter i stadsmiljö. Kunskapsbanken Trafikverket 2024 Transporterna i Sverige – nuläge och prognoser

Trafikanalys 2024. Transportsektorns samhällsekonomiska kostnader för 2022

Trafikverket 2012. ASEC - Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn

Trafikverket 2024. ASEC 8 - Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn