

LIGHTHOUSE REPORTS

# Vattenvägen - den intermodala pusselbiten

en förstudie om vattenvägen som transportresurs och hur vi kan bedöma om den bidrar till ett bättre transportsystem



Foton: Shutterstock.com (bild 1, 3), Tim Adams (CC-BY-03) (bild 2), Vigilia Shipping (bild 4)

**En förstudie initierad och finansierad av Lighthouse**

[www.lighthouse.nu](http://www.lighthouse.nu)

# Vattenvägen - den intermodala pusselbiten

en förstudie om vattenvägen som transportresurs och hur vi kan bedöma om den bidrar till ett bättre transportsystem

## Projektgrupp

Karl Garme, KTH Farkost och flygteknik (projektledare och redaktör)

Anders Ljungberg, Trafikanalys

Einar Tufvesson, Trafikverket

Johan Lantz, Avatar Logistics AB

Johan Woxenius, Handelshögskolan vid Göteborgs universitet

Marcus Sundberg, KTH Transportvetenskap

Niklas Arvidsson, Handelshögskolan vid Göteborgs universitet

Susanna Hall Kihl, Vattenbussen AB

Initierad och finansierad av Lighthouse





## Summary

The transport systems need improvement. Obvious problems are pollution and other adverse environmental effects, congestion in the road network and partly also in the rail network and in public transport. Moreover, system vulnerability to disturbances, i.e. system resilience is a growing issue of concern. In the EU as well as in Sweden there is an outspoken interest for what potential opportunities the waterways might offer for improving the transport system. An often expressed solution is simply to shift cargo from the roads to the rail and seaborne modes of transport. The present study addresses feasibility and assessment of such solutions. Initially it is illustrated how the Swedish inland waterways could be used for regional freight transport. Values are identified that potentially can be realised into a benefit. For instance; increased accessibility, improved land use in urban areas, reduced load on road and rail networks, increased transport redundancy and decreased vulnerability, increased system flexibility, energy efficiency and low noise. It also comes clear that nitrogen oxides and particle emissions from ships must decrease. Technological issues related to winter navigation and environment risk assessment need attention as do the development of the interface to road and rail modes of transport e.g. means of reloading and the accessibility to quays and docks.

The study shows on a well-developed framework for modelling logistics and performing cost-benefit-analysis (CBA) although also showing great uncertainties and modelling weaknesses of aspects related to inland and urban waterways. It also comes clear that assessment analysis focuses on effects from infrastructure investments and lack tools and methodology to assess the influence from measures to lessen transport work, e.g. by short cuts, or to optimise the existing system, e.g. by regulatory incitements to modal shift.

Finally, development opportunities are brought forward. It concerns improvements in technology, operation and infrastructure, but also in logistic models and CBA tools, providing urban planners and the transport buyer with high quality decision support.

## Sammanfattning

Transportsystemet behöver utvecklas för både gods och passagerare. Konkreta problem är utsläpp och annan miljöpåverkan, trängsel på vägnätet, delvis också på spår, och i kollektivtrafiken. Dessutom råder det osäkerhet kring transportsystemets sårbarhet och resilience. I EU och i Sverige uttrycks ett allt större intresse för vilka möjligheter vattenvägarna kan erbjuda. Ofta uttrycks en principiell vilja att helt sonika flytta transporter från väg till köl eller järnväg. Förstudien frågar hur det låter sig göras och hur man bedömer om det är vettigt. Inledningsvis illustreras hur de svenska inre vattenvägarna kan användas för lokala och regionala godstransporter. Värden identifieras som potentiellt kan realiseras till nytta. Till exempel, ökad framkomlighet och bättre markanvändning i urbana miljöer, minskad belastning på väg och järnvägsnät, redundanta transportvägar, lägre systemsårbarhet, systemflexibilitet, energieffektivitet och lågt buller. Samtidigt står det klart att fartygens utsläpp av kväveoxider och partiklar behöver minskas. Tekniskt finns också frågetecken kring vinterförhållanden och miljöriskbedömning samt behov av att utveckla gränstorna till väg- och järnväg vilket kan handla om omlastning och tillgänglighet till kajer och hamnar.

Studien visar att modellstrukturer kring logistik och samhällsekonomiska kalkyler är väl uppbyggda men med stora osäkerheter och svagheter när det gäller inre och urbana vattenvägar. Dessutom fokuserar modellerna på bedömningen av infrastrukturinvesteringar (de lägre stegen i Trafikverkets fyrstegsprincip, *bygg om* och *bygg nytt*) men metoder och verktyg saknas för att bedöma åtgärder som riktar sig mot de två första stegen *tänk om* och *optimera* dit till exempel genvägar eller politiska styrmedel hör.

Avslutningsvis lyfts utvecklingsmöjligheter fram. Det handlar om teknik, drift och infrastruktur men också om utveckling av de modeller och analysverktyg som behövs för att ge samhällsplanerare och transportköpare bra beslutsunderlag.

## Innehåll

1. Introduktion .....	6
2. Hur kan vattenvägen användas? .....	9
2.1 Pusselbitar för urbana vattenvägar .....	10
Återvinningsmaterial .....	10
Bygg- och schaktmassor .....	11
CityLogistik .....	15
2.2 Pusselbitar för regionala vattenvägar .....	21
Flytande bränsle Göteborg-Karlstad (IVV Göta älv och Vänern).....	21
Flytande bränsle till Stockholmsområdet.....	22
Containerskyttel Göteborg-Vänersborg .....	24
2.3 Diskussion.....	25
3. Vad kan vattenvägen tillföra transportsystemet?.....	29
3.1 Nyttor och kostnader .....	29
Ett jämförbart exempel: Järnvägstransporter till och från containerhamnar.....	31
Konsekvenser för sjöfart i urbana miljöer .....	33
Flexibel infrastrukturutveckling.....	34
Attraktiva vattennära miljöer.....	35
3.2 Diskussion.....	35
4. Hur analyseras transporter i ett intermodalt transportsystem? .....	37
4.1 Samhällsekonomisk kalkyl .....	37
4.2 Nationell transportmodellering och scenarieuppbyggnad.....	39
4.3 Bra trafikprognoser är viktigt för den samhällsekonomiska analysen.....	41
4.4 Kalkylutveckling för bättre bedömning av IVV .....	42
5. Sammanfattning och slutsatser .....	44
5.1 Utvecklingssteg och delprojekt .....	45
Analysmetoder för jämförelser mellan transportalternativ .....	45
Teknik och drift .....	47
Infrastruktur.....	47
6. Referenser.....	48

# 1. Introduktion

Inom EU och mer specifikt även i Sverige uttrycks ett allt större intresse för vilka möjligheter vattenvägarna kan erbjuda. Det framgår till exempel av EU:s vitbok (EU 2011), Trafikverkets kapacitetsutredning (Trafikverket 2012) och Sjöfarts- och Trafikverkets nyligen avslutade arbete (Sjöfartsverket 2016) med regeringsuppdraget att undersöka vattenvägarnas potential (Näringsdepartementet 2016). Skälet är behovet att utveckla transportsystemet, för både gods och passagerare, så att det kan lösa transportbehoven i ett hållbart samhälle, vilket är en del av att uppfylla Sveriges övergripande miljömål, generationsmålet (Naturvårdsverket 2016). Konkreta problem handlar om utsläpp och annan miljöpåverkan från transportsektorn, trängsel på vägnätet, delvis också på spår och i kollektivtrafiken. Dessutom råder det osäkerhet kring transportsystemets sårbarhet och resilience som aktualiserades av de trafikstörningar som uppstod till följd av olyckan med Södertäljebbron sommaren 2016, (t.ex. SvD 2016).

I diskussionerna om vattenvägen och dess potential finns uppfattningen att vattnet är en billig och flexibel infrastruktur med begränsat utnyttjad kapacitet. Dessutom att sjötransporter är energieffektiva och att vattnet utgör en yta som om den användes skulle kunna frigöra landyta med högre värde. Sjöfartsverket- och Trafikverkets dagsfärska analys (Sjöfartsverket 2016) bekräftar och nyanserar bilden och pekar på sammanhang där potentialen finns och som om den realiserats kan åstadkomma förbättringar både inom gods- och persontransportssystemen. I ljuset av *fyrstegsprincipen* som är den arbetsstrategi som Trafikverket framhåller för utveckling av transportsystemet (Trafikverket 2016a) är tankarna kring vattenvägen intressanta att följa upp. Principen bygger på att börja med att se vad man har tillgång till, och plocka de lägst hängande frukterna först kanske man kan säga.

Stegen är:

## 1. Tänk om

*Det första steget handlar om att först och främst överväga åtgärder som kan påverka behovet av transporter och resor samt valet av transportsätt.*

## 2. Optimera

*Det andra steget innebär att genomföra åtgärder som medför ett mer effektivt utnyttjande av den befintliga infrastrukturen.*

## 3. Bygg om

*Vid behov genomförs det tredje steget som innebär begränsade ombyggnationer.*

## 4. Bygg nytt

*Det fjärde steget genomförs om behovet inte kan tillgodoses i de tre tidigare stegen. Det betyder nyinvesteringar och/eller större ombyggnadsåtgärder.*

I kapacitetsutredningen (Trafikverket 2012) kommenteras fyrstegsprincipen: ”En grundförutsättning för transportsystemets utveckling bör vara samhällsplanering, styrmedel, drift och underhåll, reinvestering och trimning av transportsystemet. På toppen kan sedan läggas investeringsåtgärder som utökar kapaciteten i



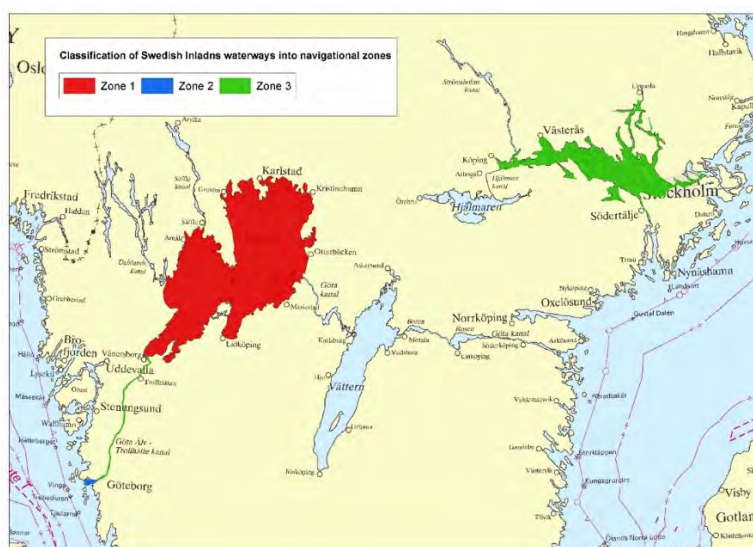
*transportsystemet. Detta stämmer väl överens med fyrstegsprincipen. Trafikverkets överväganden och rekommendationer utgår från denna principiella inriktning.”*

Regeringen, i sin proposition *Investeringar för ett starkt och hållbart transportsystem*, till vilken kapacitetsutredningen utgör en bilaga, framhåller också fyrstegsprincipen som ett rättesnöre.

Den första punkten framhåller värdet av att minska behovet av transporter. Med genvägar och högre fyllnadsgrad kan transportarbetet minska och transporteffektiviteten öka. Transportbehovet är en mer kontroversiell och politisk fråga. Det finns också tydliga motsättningar mellan miljömål (se t.ex. Regeringskansliet 2016), transportpolitiska mål (Regeringen 2009) och förväntningar på framtida transportvolym, vilket också kommenteras i kapacitetsutredningen (s152 Trafikverket 2012). Att utveckla transportsystemet så att de transporter som behövs utförs på ett för samhället effektivt sätt, är däremot en helt okontroversiell ambition.

Uppfattningen om vattenvägens potential ligger tydligt i linje med fyrstegsprincipen. Det handlar om att se till vad vi vill lösa och se om vi kan göra det på ett annorlunda och bättre sätt än vad vi gör idag, huvudsakligen med vad vi har och kan idag. Kan vi med små medel korta res- eller transportvägen genom att gena över vattnet? Kan schaktmassor transporteras med lastbil till närmaste kaj och sedan vidare den långa sträckan med långsamma energieffektiva pråmar? Skulle rent av landinfrastrukturen kunna utnyttjas mer effektivt då?

Med vattenvägens potential för ögonen infördes i december 2014 regler för trafik på inre vattenvägar i Sverige. Reglerna är i princip de EU-gemensamma reglerna som funnits ett antal år och som nu, med viss anpassning till svenska förhållanden, införlivats i svensk lagstiftning. De inre vattenvägarna är indelade i zoner huvudsakligen beroende på förväntade vågförhållanden, eller på hur stora de öppna vattenytorna är. Idag är Väneren, Mälaren och Göta älv definierade som inre vattenvägar, Figur 1.



Figur 1 - Figuren kommer från Transportstyrelsens hemsida.



Ofta uttrycks en principiell vilja att helt sonika flytta transporter från väg till köl eller räls (se t.ex. EU:s vitbok EU (2011) och Kapacitetsutredningen (Trafikverket 2012)). Frågan är hur det låter sig göras, i vilken omfattning, och hur man bedömer om det är vettigt?

För att närma sig svaren fokuserar den här förstudien på följande frågor:

- Hur kan vattenvägen komplettera befintlig infrastruktur för lokala- och regionala transporter?
- Hur bedömer man värdet av och kostnaden för nya vattenvägar?
  - I termer av kapacitet, energieffektivitet, resurseffektivitet, miljö- & klimatpåverkan
  - I termer av effekter på resten av systemet, t.ex. redundanta transportvägar, avlastning, underhålls- och utbyggnadsbesparingar

Rapporten inleds med att exemplifiera tänkbara transporter för de tre vattenvägarna Mälaren, Göta älv och Vänern. Ambitionen är att måla upp en palett av möjligheter i olika geografisk skala, från citylogistik med paketdistribution och hantering av byggmassor i Göteborg till distribution av flytande bränsle i Mälardalen och Vänerområdet. Därefter diskuteras vilka effekter som bör finnas med när man utvärderar transportlösningar och om vattenburna transporter implicerar nyttor och kostnader som inte uppstår i ett uteslutande landbaserat transportsystem. Med de första delarna i minne diskuteras samhällsekonomisk analys och transportmodellering och hur den exemplifierade trafiken kan inkluderas så att både transportlösningar och systemeffekter kan studeras.

## 2. Hur kan vattenvägen användas?

Förstudien frågar hur vattenvägen kan komplettera befintlig infrastruktur för lokala och regionala transporter och det här avsnittet ska försöka illustrera det. Den ambitionen ligger i tiden och vi tar först en titt på andra initiativ.

Med det ökande intresset för nya transportlösningar och fler ögon på vattenvägarna har en rad studier och projekt initierats. Ett nordeuropeiskt samarbete mellan parter från Finland, Litauen, Polen, Sverige och Tyskland (EU/Interreg-projekt) kallat EMMA har bland annat ett arbetspaket (WP2) som för svensk del koordineras av Viktoria Swedish ICT. Inom arbetspaketet siktar man mot ett pilotprojekt och en inledande del handlar följdriktigt om att identifiera tänkbara logistikupplägg. Ett annat är DenCity med större fokus på urbana transporter och där vattenvägen ses som en möjlighet för t.ex. avfallstransporter och citylogistik. Även inom DenCity är ambitionen att illustrera funktionen och möjligheterna genom demonstrationsprojekt.

I samband med workshops arrangerade inom EMMA-projektet har flera illustrativa transportscenarier presenterats som det finns all anledning att lyfta fram även här. TFK har lett en förstudie där man i samarbete med Järnvägsgruppen på KTH har studerat möjligheterna att skapa ett regionalt logistiksystem för containertrafik med inlandssjöfart och järnvägstransporter som huvudkomponenter. Man ser potential men flaggar för att Mälardalen kan vara en för liten region. Man har också identifierat svårigheter med vinterförhållanden samt reglerna för bemanning och lotskrav som hinder för utvecklingen. M4Traffic har i sina studier också identifierat transportflöden i Mälardalen av snö, sand och grus, hushållsavfall, återvinningsmaterial och returförpackningar, som skulle kunna lämpa sig för sjötransport. M4Traffic har i tidigare projekt undersökt sjötransporter tillsammans med Stockholms stad och har gjort den samhällsekonomiska analysen i Sjöfartsverkets studie om distribution av flytande bränslen (Sjöfartsverket 2016) som beskrivs mer ingående längre fram i denna rapport. En ytterligare intressant pågående studie, som utförs av Ecoloop tillsammans med Luleå Tekniska Universitet under projektparaplyet Optimass, undersöker om vattenvägen kan avlasta vägarna från den omfattande transport av schakt- och byggmassor som i Stockholmsområdet utgör ca 25% av lastbilslasterna. I både Stockholm och Göteborg pågår omfattande bygg- och infrastrukturprojekt som kommer att pågå under lång tid och framkomligheten förväntas bli ett allt växande bekymmer. Projektet ser potential att minska vägslitage, trängsel, bränsleförbrukning och utsläpp. En svårighet är kajplatser, både ur tillståndsperspektiv och på grund av att allt mer vattennära bebyggelse skapar svårigheter. EMMA-projektet kommer längre fram att fokusera på någon av de transportlösningar man undersöker och utveckla det med sikte på praktisk demonstration. Avatar Logistics, som deltar både i EMMA-projektet och i den här förstudien, planerar att 2017 praktiskt prova containertrafik mellan Göteborg och Vänersborg. Denna demonstration kommer med stor sannolikhet ge viktig information till EMMA-projektet och andra projekt och studier om möjligheterna att trafikera de inre vattenvägarna.

I den här förstudien har vi valt att visa några scenarier av ganska skilda slag. I likhet med scenarierna från EMMA-projektet har vi sett möjligheter inom distribution av flytande bränslen, transport av bygg- och schaktmassor samt återvinningsmaterial. Vi har dessutom valt scenarier för de tre inre vattenvägsområdena och vi har valt att illustrera citylogistik framför allt genom ett scenario om paketedistribution i Göteborg.

Vi ser scenarierna som pusselbitar i en intermodal transportkedja där vi med intermodal vill framhålla att alla transporter, av gods så väl som av passagerare, handlar om dörr till dörr lösningar (om definitioner av intermodalitet kan man läsa i Transportstyrelsen 2016). Vattenvägen kan vara en länk och kanske den pusselbit som idag saknas i transportsystemet. Här följer tänkbara möjligheter att lägga transportpusslet.

## 2.1 Pusselbitar för urbana vattenvägar

Framkomligheten på vägarna blir allt sämre i många städer. Lastfordon bidrar till denna överbelastning på grund av att topparna av godstrafiken ofta sammanfaller med passagerartrafikens toppar, vilket ibland leder till en större trafikvolym än vägnätets kapacitet klarar av. Dessutom måste fraktfordon många gånger lasta och lossa utanför deras särskilt ordnade utrymmen i staden, vilket också minskar kapaciteten. Byggmaterial och schaktmassor utgör oftast den största mängden avfall i städer.

### Återvinningsmaterial

Trafiksituationen på vägarna i Stockholms innerstad börjar nå ett kapacitetstak för tunga och långa fordon. Samtidigt som antalet fordon ökar införs allt fler begränsningar vad avser tidsfönster för distribution till innerstaden, dessutom minskar tillgången på uppställnings- och rangeringsområden med förtätningen av staden.

Som illustration till transport som skulle kunna flyttas från landväg till vattenväg använder vi RagnSells transport av byggavfall från Stockholms innerstad. RagnSells, som är en stor aktör inom återvinning, har sin största återvinningsanläggning i Högbyporp som ligger i Bålsta ca 40 km från Stockholms centrum.

Idag driver RagnSells ett system som är baserat på lastväxlarflak för upphämtning av byggavfall på byggplatser i Stockholms innerstad. Varje vardagsmorgon transporteras ca 40 tomma växelflak in till centrala Stockholm på lastbil och släp för att sedan vända åter lastade till Högbyporp på kvällen. RagnSells upplever begränsningar i sitt nuvarande system, framför allt i ökad tidsåtgång då fordonen får stå i köer under de trafikintensiva perioderna. Ett annat problem är uppställningsytor där man kan rangera tomma och lastade växelflak. Idag finns inga anvisade platser för denna hantering, vilket gör att man måste stå på offentliga områden, vilket är förenat med risker ur säkerhetssynpunkt. Med det ökande trycket på nuvarande transportsystem söker RagnSells alternativa logistiklösningar mellan Stockholm och Högbyporp och man har tidigare visat intresse för ett pråmalternativ.

Denna idé har dock skjutits på framtiden då Stockholms stad inte har kunnat anvisa någon angrävningsplats för en pråm i de centrala delarna av staden.

I och med implementeringen av EU:s regelverk för sjöfart på inre vattenvägar öppnas nya möjligheter för pråmtrafik på Mälaren. Regelverket möjliggör nya och mer kostnadseffektiva fartyg som är anpassade för transport av lösa lastbärare. Med dessa förutsättningar skulle ett nytt sjöbaserat system för transport av recyclingprodukter kunna etableras. Systemet skulle till exempel kunna baseras på ett push-barge system där pråmenheten under dagtid skulle kunna användas som uppställningsplats och rangeryta för växelflaken. I detta scenario skulle de långväga transportererna mellan Högbytorp och Stockholm kunna avvecklas och i stället skulle mindre miljöanpassade lastfordon kunna användas mellan byggarbetsplatsen och pråmen.

Utmaningar för Stockholms stad, om man ska använda vattenvägen för den här typen av transporter, är att upplåta en så bra kajplats som möjligt. Dessutom saknas det en lossningskaj i Bålsta men de fysiska förutsättningarna finns för att kunna bygga någon form av kostnadseffektivt RoRo läge. Det pågår diskussioner mellan kommunerna och utförare med målsättningen att kunna genomföra en pilotstudie baserat på detta case i citylogistik, där vattenvägen kan ställas mot lastbilsalternativet. Ett första steg vore att genomföra en kostnadsjämförelse mellan lastbil och sjöfart samt att analysera de samhällsekonomiska effekterna.

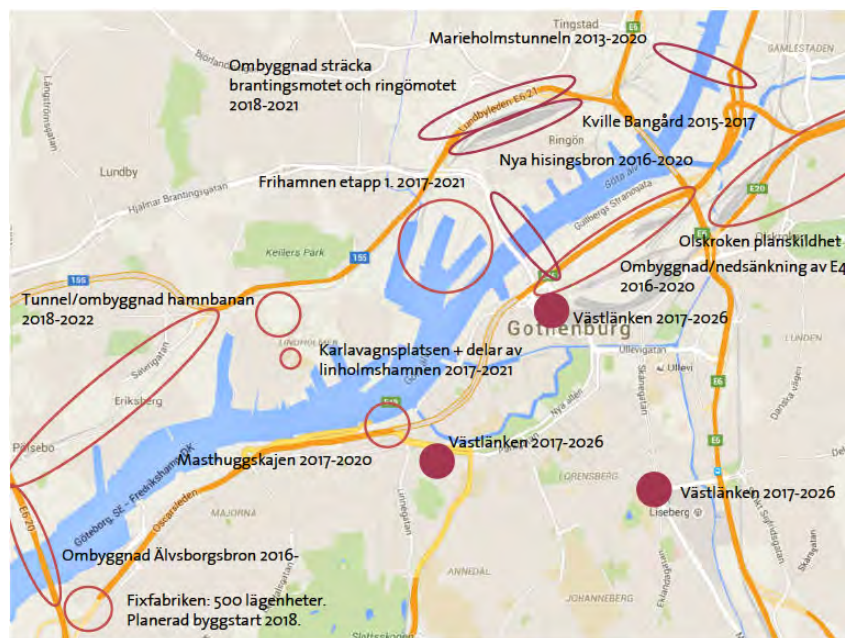


Figur 2 - Exempel på möjlig rutt till Bålsta med pråm.

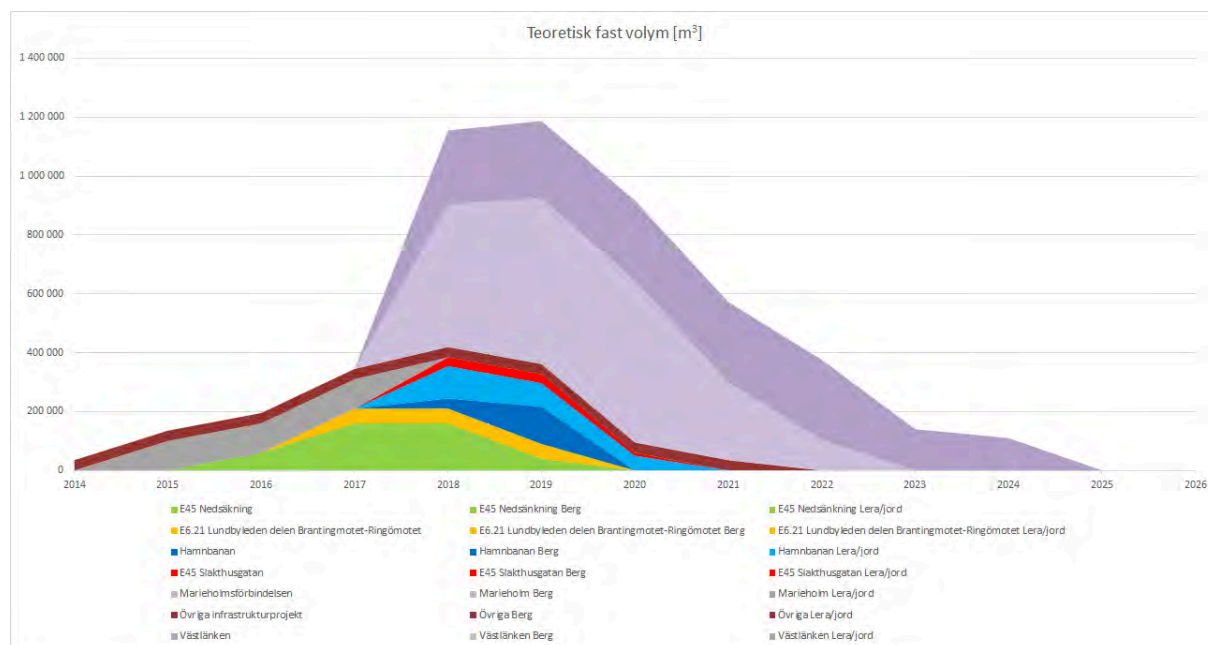
### Bygg- och schaktmassor

Precis som i Stockholmsområdet står Göteborg inför stora bygg- och infrastrukturprojekt som innebär mycket stora transportvolymer av bygg- och schaktmassor. Regeringen gav 2011 Naturvårdsverket i uppdrag att ta fram en färdplan för att Sverige 2050 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser (Miljödepartementet, 2011). Transportsystemen nämns som ett område med särskilt

behov av förändring för att målet ska uppnås. Detta berör bland annat schaktarbeten, där fordon används både för arbete och för transport. Maskiner som under schaktarbete bidrar till växthusgasutsläpp är huvudsakligen transportfordon och arbetsmaskiner. Figur 3 visar exempel på var behovet av förflyttning av schaktmassor de närmaste 10 åren i Göteborg, uppstår och i figur 4 hur mycket som kan behöva förflyttas (Trafikverket 2014).



Figur 3 - Byggplatser i Göteborg där transportbehov kommer att uppstå de närmaste åren.



Figur 4 - Sammanställning av överskottsmassor i Göteborgsområdet, Trafikverket 2014.

En tågtunnel kommer att byggas under Göteborgs centrum. Tunneln är planerad att ha tre stationer strategiskt placerade; vid Centralstationen, i Haga och vid



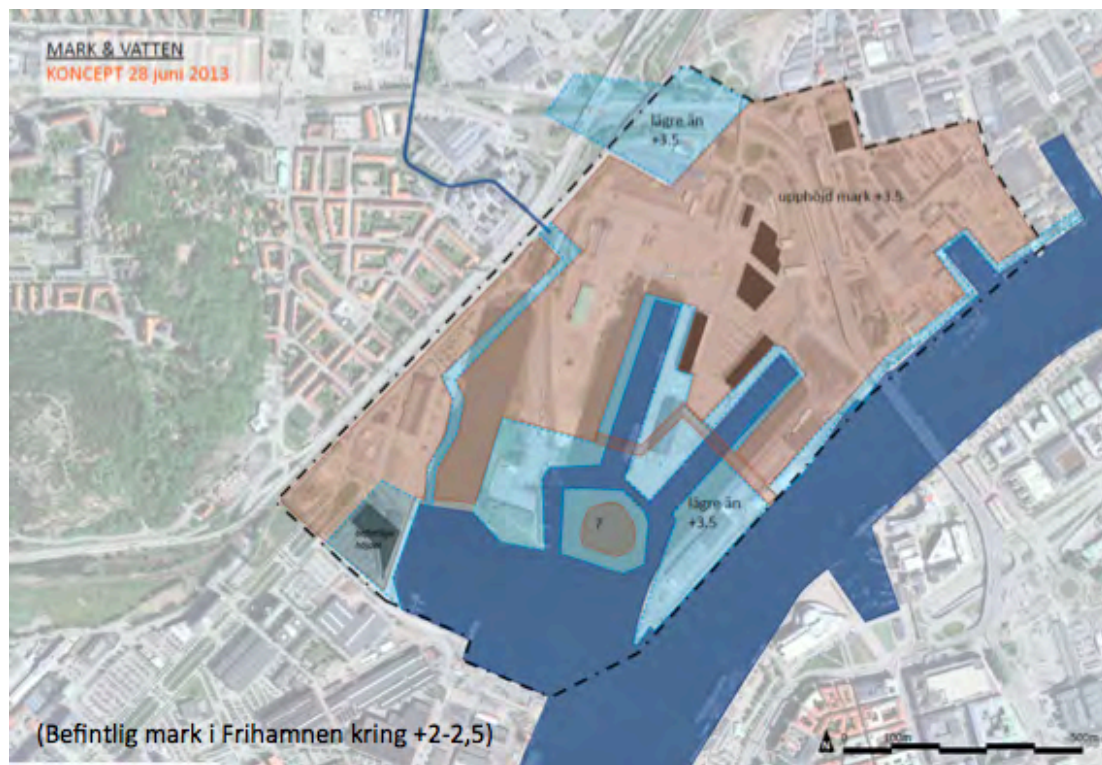
Korsvägen, och kommer att ge pendlarna möjlighet att ta pendeln till Göteborgs centrum. Totalt bor 34 000 människor mindre än tio minuter från stationerna (Trafikverket, 2013a), 100 000 invånare kommer ha promenad- eller cykelavstånd till en station och 130 000 människor arbetar eller studerar i närheten av de nya stationerna (Göteborgs Stad, 2013a). Detta kommer att göra det lättare för fler människor att bo utanför staden och pendla till arbetet. Det möjliggör i sin tur också för den årliga ökningen av befolkningen i Göteborg på 1,3% (SCB, 2013). Göteborg genomgår en stadig tillväxt och trafikstockningar i centrum är ett växande problem. Tågtunneln förväntas leda till färre personbilar i centrum och samtidigt förenkla pendling till och från staden. (Carlen et al., 2013).

Projektet är budgeterad till totalt 20 miljarder kronor. Under 2018 är själva byggnadsarbetet planerat att starta. Bygget kommer att pågå under tio år (Trafikverket, 2013a). Projektet med Västlänken är stort och komplext, både stat och kommun deltar i planering och utförande. Trafikverket ansvarar för en järnvägsplan för projektet och Göteborgs Stad utvecklar lokala planer för stationerna och stadsutveckling i de områdena. Tunneln kommer att vara sex kilometer lång, varav cirka fyra kilometer kommer att gå genom berg och två kilometer genom lera. Byggandet av tunneln kommer att resultera i en stor mängd utgrävd massa; en del av det går tillbaka till området, och en del av det kommer att användas som deponi i andra områden. Förflyttningen av den utgrävda massan kommer att leda till ökade transporter i den redan överbelastade stadens centrala delar. Tunnelarna varifrån massan kommer transporteras ifrån är belägna i centrala områden, med lite utrymme och många bostäder och arbetsplatser i närheten. Arbetet med att finna en transportlösning som gör så lite skada som möjligt för de människor som bor och arbetar i de områdena, samt historiska och kulturella värden i staden, är alltså utmanande. Det är också därför alternativa transportsätt behövs som kan förenkla och ge ett mer hållbart alternativ till konventionella lastbilstransporter. (Carlen et al., 2013).

Tunnelsystemet kommer att resultera i ca 2 miljoner m<sup>3</sup> av restmaterial. De utgrävda massorna kommer att bestå av sten och fin lera (Trafikverket 2014). Volymen av de utgrävda lermassorna kan vara upp till 400 000 m<sup>3</sup>. Ungefär en fjärdedel av massorna kommer att återanvändas inom tunnelprojektet, men de återstående massorna (ca 1,5 miljoner m<sup>3</sup>) måste tas bort. Sten kommer att användas inom andra infrastrukturprojekt, medan det är mer osäkert hur man ska hantera finleran. Leran kan användas för att utvidga de centrala delarna av Göteborg i Göta älv med hjälp av stabilisering/solidifiering, eller för att utvidga hamnen (även här för stabilisering/solidifiering), eller som ett basmaterial för andra ändamål, såsom produktion av tegel, eller så kan den dumpas till havs eller deponeras. I EMOVE projektet, som studerade tre flodmynningar i Europa, undersöks effekterna av sådana alternativ. Oavsett alternativ är det stora transportmängder och beroende på vart massorna ska är förstås fartygstransport mer eller mindre lämpligt. Att en hel del kommer att användas för stabilisering/solidifiering förefaller troligt och enligt rapporten (EMOVE 2015) finns det två platser som anses lämpliga för slutförvaring: Frihamnen och Göteborgs Hamn, se figur 6. Båda används för närvarande för omhändertagande

av muddermassorna för att hålla Göta älvs mynningsområde öppen för sjöfarten. De nuvarande platserna täcker en yta på mer än 5 km<sup>2</sup> där Trafikverket redan idag har tillåtelse att deponera på ca 2 km<sup>2</sup> (Trafikverket 2014). Att hålla de totala massorna inom dessa 2 km<sup>2</sup> skulle innebära att lägga till ytterligare 0,15 m finlera, vilket ligger väl i linje med den tillåtna nivån under den nuvarande havsnivån, EMOVE (2015).

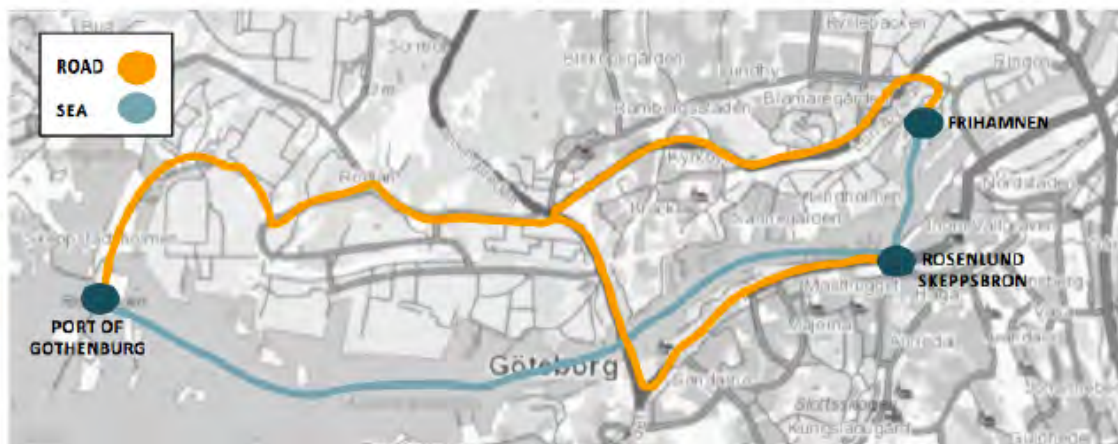
Eftersom projektet Västlänken fortfarande är i det tidiga stadiet, är det inte fastställt vilket deponiområde som kommer att få ta emot schaktmassorna. I masteruppsatsen (Carlen et al. 2013) studeras destinationerna Frihamnen och Göteborgs Hamn. För Frihamnen (figur 5), är visionen att skapa en ny tät stadsdel och ansluta Kvillestaden, Backaplan, Lindholmen och Ringön. Den första expansionsfasen av Frihamnen planeras till 2021, och hela utvecklingen planeras äga rum mellan 2020 och 2030. Bilden nedan visar en plan för hur området skulle kunna utvecklas. Planen skulle kräva 1,2 miljoner m<sup>3</sup> massa, eftersom att marknivån ska höjas för att möta den stigande havsnivån. Det är mer än en tredjedel av den volym av material som grävs ur för Västlänken. (Carlen et al., 2013).



Figur 5 - Frihamnen i Göteborg där en stor del av schaktmassorna från Västlänken projektet skulle kunna användas i samband med planerade stadsutvecklingen av områden (Carlen et al., 2013).

Den andra platsen som undersöks är Göteborgs Hamn där planer för landutfyllnad av Risholmen i samband med byggandet av Västlänken är officiella (Göteborgs Hamn, 2016). Hur mycket massa som behövs är inte känt, men (Carlen et al., 2013) gör antagandet att all massa från de tre undersökta områdena ska användas.





Figur 6 - Transportavstånd från upphämtningsställen (Carlen et al., 2013).

Det vattenburna transportskenario som vi använder som exempel här skulle, för Västlänkenprojektet, kunna lasta med transportband från den tunnelöppning som planeras nära Rosenlund/Skeppsbron till pråm för vidare transport till Frihamnen, Göteborgs Hamn eller till båda dessa platser, figur 6. Tanken är att det skulle avlasta vägnätet i innerstaden, minska risken för olyckor och minska behovet av tillfällig lagring av schaktmaterial. Transporten har också möjlighet att vara energieffektiv och med låga utsläpp.

### CityLogistik

Citylogistik handlar om att få fram gods till våra butiker, företag och hem och är något av ryggraden i vårt urbana samhälle. Tyvärr innebär det också en del negativa effekter. Den senaste vitboken från EU (European Commission, 2011) förutsätter att logistik ska vara ”i princip CO<sub>2</sub>-fri i citykärnor 2030”. Med dagens teknik skulle vi kunna göra det redan i morgon genom att bara byta ut alla godsfordon mot elektriska motsvarigheter. Men tyvärr anses det i nuläget vara en dyr lösning, stora elektriska fordon kostar en hel del mer än de konventionella fordonen. Sen kan man diskutera CO<sub>2</sub>-fotavtryck av elektriska fordon när man tar ett livscykelperspektiv i beaktande. En del studier visar på att tar man hänsyn till produktionen av batterier och produktionen av elektricitet, så är inte ett (stort) elfordonfordon mkt bättre än konventionella fordon över tid.

Vi kan också förbjuda företag att köra in med dieslbilar och använda oss av en neutral part som kör in med lågenergifordon, ex. Stadsleveransen (2016). Tyvärr är det oftast dyrare att lägga till en nod, extra hantering, i kedjan och det är också dyrt att lagrhålla gods centralt. Sammanfattningsvis kan man konstatera att det är ett komplext område med många aktörer och ibland motstridiga målbilder.

Det är den sista delen av transportkedjan, ofta kallad *the last mile* som är den mest kostsamma, mest ineffektiva och mest utsläppsintensiva delen av kedjan, speciellt för paket. Gods utgör bara upp till 20 % fordonskilometer, men 25 % av CO<sub>2</sub> utsläppen, 33 % av NO<sub>x</sub> och upp till 50 % av partikelutsläpp. (LET, 2006). Det är alltså en relativt stor del negativa effekter från godstransporter som uppkommer i denna sista länk av transportkedjan.

De citylogistiska scenarier som exemplifieras här är distributionslösningar med vattenvägen både som transportkomponent och som lager. Små lager i stadskärnan är oftast ett dyrt alternativ, då det adderar en extra omlastning och kostar en hel del att hyra i attraktiva områden. Men det möjliggör distribution den sista biten med lågenergi-fordon som inte släpper ut avgaser. Om man operationellt kan förbättra denna del så skulle det generera stora vinster. En del av lösningen skulle vara att använda sig av en "rörlig depå" som utnyttjar den outnyttjade vattenytan. Här finns likheter med transporterna av både schaktmassor och återvinningsmaterial där man i de fallen använder pråmlösningar för temporär deponi och därmed kan undvika att ta stora landtytor i anspråk. Det har idag inte gjorts tillräckligt med verkliga tester för att undersöka om ett sådant här förfarande skulle vara billigare än traditionell distribution. Men om man lyckas att rent operationellt koordinera ett liknande koncept så hamnar den finansiella kalkylen i samma härad som urbana godscentraler (Stadsleveransen) minus hyra för lokal och kostnad för omlastning plus kostnad för den mobila depån. En av poängerna är att ha en standardiserad enhet som enkelt kan förflyttas mellan olika fordon (jmf container). Vi tror att det är bäst att fokusera på paketleveranser för att möjliggöra leverans av lågenergifordon som oftast är mindre i storlek (ex. godscykel) men som faktiskt håller samma leveranshastighet i staden som de betydligt större skåpbilarna. Exempel på distributionsfordon visas i figur 7.



Figur 7 - Några exempel på lågenergifordon, Clean Motion (Sverige), Velove godscykel (Sverige) och Starship Technologies robotbud.

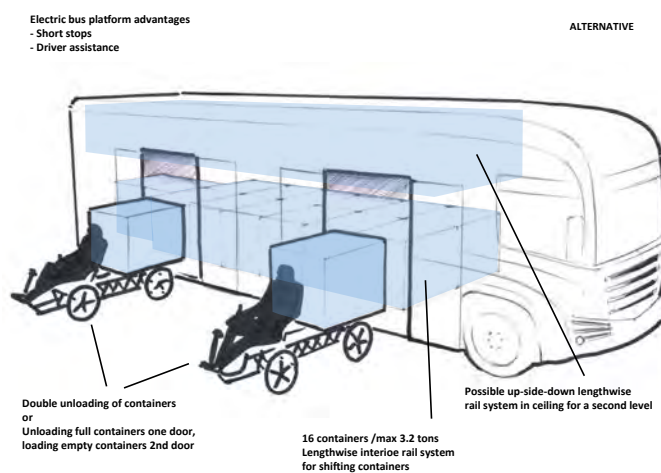
Enligt studier utförda via cyclelogistics.eu så kan sådana här små fordon utföra leveranser av 50 procent av det gods som vi behöver i städerna. Figur 8 illustrerar att ett stort fordon och många små tar upp mindre plats än många halvstora fordon och pekar i förlängningen på att användandet av ex. pråm på vattenvägarna och små lågenergifordon (godscyklar, segways) kan frigöra utrymme på stadens gator. Det

kan också vara lämpligt att nämna att snittfarten för en godscykel är ungefär samma som för en skåpbil, då man kan ta genvägar (cykelbanor), inte behöver cirkulera för att leta efter parkering, inte utsätts för trafikstockningar eller hastighetsbegränsningar och kommer närmare kunden med cykeln (oftast utanför dörren).



Figur 8 Utrymmet som krävs för att transportera 69 personer med bil, buss respektive cykel. The Canberra Transport Photo – 9 september, 2012 / Cycling Promotion Fund (CPF).

Om man skulle kunna ersätta skåpbilar för paketleveranser som oftast har en väldigt dålig fyllnadsgrad med fullastade mindre fordon skulle man frigöra utrymme i staden. Vinnovaprojektet *Mobil depå* (2016) visar att en godscykel kan ersätta en skåpbil 1:1, d.v.s. att man i princip kan ersätta en cykel med en skåpbil, se exempelvis resonemang om fart ovan. Skillnaden är att man oftast behöver fylla på med mer paket en ytterligare gång per dag då lastkapaciteten inte är den samma. Har man då tillgång till ett flyttbart lager i relativ närhet (tex. pråm) skulle det ge en fördel till cykelalternativet. I figur 9 visas ett exempel på en mobil depå ur projektet. En viktig aspekt är effektiv omlastning från den stora enheten till den mindre och enhetslaster, standardstorlekar eller moduler kan behöva utvecklas eller väljas vilket förstås gäller all intermodal transport. Just när det gäller omlastning till cykel se t.ex. Althini & Karlsson (2016).



Figur 9 - Förslag till mobil depå, i det här fallet en buss, men man skulle också kunna tänka sig att använda sig av en pråm eller motsvarande på vattnet. Arvidsson och Pazirandeh Arvidsson 2015.



Tittar vi lite längre fram skulle man också kunna tänka sig ett koncept med robotar istället för bemannade småfordon, figur 10. Mercedes Benz har nyligen presenterat ett liknande projekt som det som beskrivs ovan (på land) och de planerar dessutom att spendera 560 miljoner dollar de nästkommande åren på att utveckla detta. Att tänka sig ett användningsområde med hjälp av ett vattenalternativ är inte ett så stort steg.



Figur 10 - Robovan av Mercedes-Benz / Starship Technologies. Mercedes Benz (2016)

I den svenska kontexten bör det finnas intressanta möjligheter både i Stockholm och Göteborg. Man kan till exempel tänka sig att titta på flödet mellan hamnen och Bäckebo för transport av gods som ska levereras till Göteborgs stad med omnejd eller att ersätta en del av skåpbilsflödet med paket från Bäckebo in till centrum. Det pågående projektet DenCity (DenCity 2016) undersöker intermodala transportlösningar i samband med utvecklingen av Frihamnen. I Europa har flera möjliga lösningar studerats och vi använder här några som exempel. Nedan visar vi ett antal försök som skulle kunna användas som inspiration för att studera en mobil depå på svenska urbana vatten.

#### *Leveranser till restauranger i Utrecht*

Fartyget, Figur 11, levererar öl och mat från utkanten av staden till restauranger i Utrecht, Holland. Fartyget är numera eldrivet och har fått ett systerfartyg för leverans av annat gods samt returavfall. Projektet är pågående och beskrivs mer utförligt i Jandel (2016).



Figur 11. "The Beer Boat" i Utrecht. Foto: CIVITAS Initiative.

### *Paketdistribution i Paris*

Parisprojektet *Vert chez vous* (Gröna hem) distribuerar paket med pråm och med godscyklar den sista biten till kund, kanske det projekt som mest liknar den föreslagna mobila depån ovan. Projektet avstannade som det förefaller av tekniska/praktiska skäl som blev ekonomiska “Stopped since summer 2014. Barge was not adequate, and investing in a more convenient barge costs too much. Officially it is suspended, and they wish to resume it, but they need to find money...” Laetitia Dablanc, IFSTTAR/Université Paris-Est. Den tekniska potentialen illustreras av figur 12. Exemplet beskrivs mer utförligt i Jandel (2016).



*Figur 12. Avlastning av paket till väntande godscyklar. Vert Chez Vous (2014).*

### *Distribution av dagligvaror till Franprix i Paris*

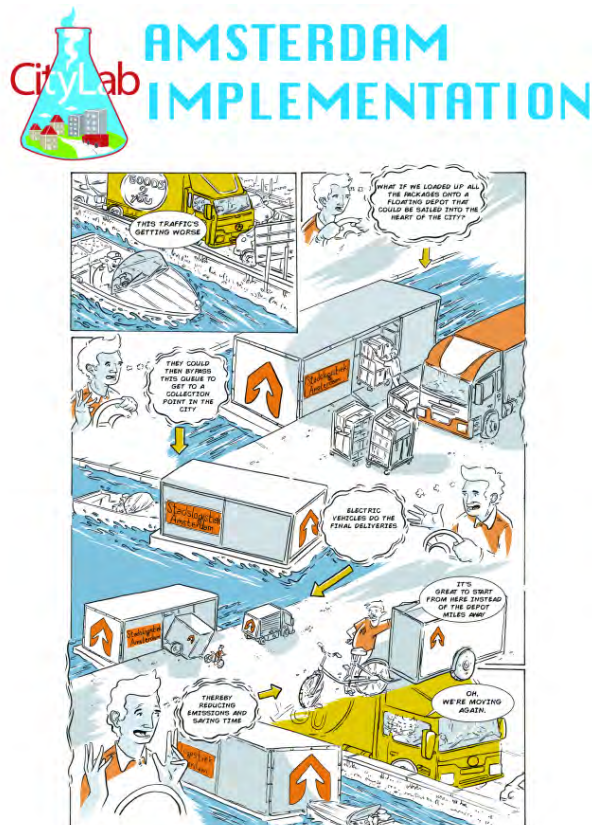
Den stora livsmedelskedjan Franprix transporterar varor till sina butiker i Paris med hjälp av pråm och containrar och sista biten med lastbil, se figur 13. Exemplet beskrivs mer utförligt i Jandel (2016).



*Figur 13. Containerlast på väg till Franprixbutiker i Paris. Foto: Tim Adams (CCY-BY-03)*

### Flytande depå i Amsterdam

Forskningsprojektet CityLab siktar på flytande mobildepåer med leverans från elektriska fordon den sista kilometern i samarbete med PostNL för leverans av färskvaror till pubar, restauranger och hotell i Pijp området i Amsterdam. Projektet är pågående.



Figur 14 - Illustration av transportsystemet i CityLab. Civitas CityLab (2016).

### Byggtransporter i Ghent

Ett scenario som skulle kunna fungera väl både i Stockholm och Göteborg med tanke både på pågående och framtida vattennära byggprojekt. I Ghent har vattenvägen tillämpats för transport av byggnadsmaterial till och från olika byggnadsprojekt i staden. Resultat från Ghent visade en reducering av koldioxidutsläppen med 76 procent. Igen så ger vattenvägen både transport och tillfällig yta, se figur 15.



Figur 15 - Byggmaterial på (vatten)väg i Ghent (Eltis, 2016).



## 2.2 Pusselbitar för regionala vattenvägar

### Flytande bränsle Göteborg-Karlstad (IVV Göta älv och Väner)

Bränslebolaget *St1* transporter årligen ca 500 000 ton bränslen via ett heltågssystem mellan oljehamnen i Göteborg och en bränsledepå i Karlstads hamn. Tåget, som består av 16 fyraxliga vagnar och är lastat med bensin och diesel, trafikerar den aktuella sträckan fem dagar i veckan. Transporterna har tidigare gått med mindre tankfartyg men *St1* valde att gå över till järnväg då man fick ett bättre pris från järnvägsoperatören. Förutom dessa bränsletransporter levererar *St1* också bunkervolymer till fartyg inom Göteborgs hamn.

Hela systemet är alltså uppbyggt med en järnväglösning och tankfartyg används endast ett par gånger om året då järnvägen är stängd för underhåll. Vänerhamn tar både emot tåg och fartyg i samma bränsledepå men man ser hellre ett fartygsalternativ då man vill hålla igång petroleumkajen. I dagsläget överväger *Vänerhamn* att stänga sin petroleumkaj i Karlstads hamn där *St1* idag är den enda kunden. Vänerhamn menar att den årliga underhållskostnaden är för hög avseende en infrastruktur som inte används.

*St1* är nöjda med järnvägssystemet och anser att det ger en större flexibilitet än sjöfart. En pågående utredning om slussarna i Trollhättan kan leda till att transporter via Göta älv blir omöjliga. Samtidigt indikeras att Karlstads kommun ser hanteringen med bränsletågen som en potentiell risk då man drar en stor mängd farligt och lättantändligt gods genom stadens centrala delar. Motsvarande problematik finns i Göteborg (Olsson et al. 2016).

I och med implementeringen av EU:s regelverk för sjöfart på inre vattenvägar öppnas nya möjligheter för pråmtrafik på Göta älv och Väner. Regelverket kan möjliggöra nya och mer kostnadseffektiva fartyg som är anpassade för transport av flytande bränslen. Moderna, säkra och flexibla pråmfartyg skulle kunna köra last i en slinga mellan Göteborgs- och Karlstad hamn. Eventuellt skulle sådana fartyg också kunna nyttjas som bunkerfartyg i Göteborgs Hamn om tiden medges mellan lastning och lossning.



Figur 16 - Foto: Fletcher6 (CC-BY-3.0)



Bland de utmaningar som finns är att bygga en flexibel logistikmodell som hjälp att jämföra transportalternativ för i det här fallet *St1*. En annan utmaning är Vänerns IVV klassificering, Zon 1, där våghöjden periodvis skulle kunna bli upp mot två meter. Detta ställer högre tekniska krav på fartygen till högre kostnad och för att hitta lämplig typ av tankfartyg måste denna fråga analyseras djupare.

Målsättningen (från t.ex. Avatar Logistics) är att kunna genomföra en pilotstudie för att förbättra jämförelseunderlaget när vattenvägen ställas mot tågalternativet. Ett första steg vore att genomföra en kostnadsjämförelse mellan tåg och sjöfart samt att analysera de samhällsekonomiska effekterna. Speciellt intressant är frågan om riskhantering av transporter med farligt gods genom tätbebyggda områden (Olsson et al. 2016).

### Flytande bränsle till Stockholmsområdet

Scenariot beskrivs i Sjöfartsverkets studie *Distribution av flytande bränslen på Mälarens och Stockholms inre vattenvägar*, Axiö (2016). Utgångspunkten är de fattade besluten om avveckling av depåerna för flytande bränsle i Loudden och Bergs nära Stockholm och tillstånd för utökad bränslehantering i Södertälje hamn. Idén är att med Södertälje som nod, låta en del av bränslet som ska till Stockholm och Mälardalen gå på köl. Alternativet är att all vidare transport av bränslet går med lastbil.



Figur 17. Dagens flöde av flytande bränsle på tankbil från Berg, Loudden och Södertälje.

Studien har initierats av Sjöfartsverket, Avatar Logistics, Södertälje Hamn, Stockholm stad och Trafikverket och är utförd av Brave Logistics Oy, M4Traffic och Ragnsells Miljökonsult AB.



Figur 18. Framtidsscenariot med transporter av flytande bränsle från Södertälje med tankbil och tankfartyg. Foto: Shutterstock.com

Studien består av tre delrapporter: Logistikmodell, Samhällsekonomisk bedömning och Miljöriskbedömning. Bland slutsatserna framhålls att transportlösningen är samhällsekonomiskt lönsam, praktiskt genomförbar och att de största osäkerheterna är isförhållandena och miljöriskhanteringen.

## Containerskyttel Göteborg-Vänersborg

Ett demonstrationsprojekt av en containerskyttel på Göta Älv och en provtransport med ett pråmekipage lastat med containers planeras att genomföras under februari 2017 i Avatar Logistics regi. Projektet startade den 1 november 2016. Demonstrationsprojektet ska genomföra en samhällsekonomisk bedömning. Stabilitetsanalys & lastplanering kommer att genomföras och nödvändig lastsurrnings- och säkerhetsutrustning kommer att köpas in. Motivet till demonstrationsprojektet är att Avatar vill undersöka möjligheten att flytta gods från väg över till sjötransport utifrån det av Sverige antagna EU-regelverket för sjötrafik på inre vattenvägar. Målsättningen är att undersöka hur sjötransporten, hantering i hamnar samt en vidaretransport till godsmottagaren fungerar fysiskt samt att inventera eventuella hinder.

Ett annat delmål är att mäta total transporttid samt förutsättningar att hantera slussning och broöppningar kopplat till den pågående studien i Sea Traffic Management.

Slutligen avser Avatar att göra en samhällsekonomisk bedömning med sjötransporten som ett utredningsalternativ och befintliga väg- respektive järnvägstransporter som jämförelsealternativ. Syftet är att analysera och undersöka om det finns samhällsekonomisk lönsamhet i projektet. Tidigare liknande analyser (se t.ex. M4Traffics analys i Axiö 2016) har påvisat miljövinster och motsvarande bör i så fall kunna finnas även här. Så långt som möjligt kommer Trafikverkets standardiserade ASEK-värden att användas.



Figur 19. Rutt för demonstrationsprojekt med containerskyttel. Foto: Johan Lantz

## 2.3 Diskussion

Användningen av inre vattenvägar utgör bara fem procent av godstransportarbetet i EU (Carlen et al, 2013, s.2). Men användningen av inre vattenvägar kan ha en hög miljönytta (minskning av utsläpp), minska omfattningen av olyckor, trafikstockningar och buller i städer. Dessutom leder inre vattenvägar till en sjundedel så stora externa kostnader som vägtransporter menar Lowe (2005) i en internationell kontext. Exakt hur det skulle se ut i Sverige vet vi inte idag. Vidare framhåller Lowe att godstransporter på inre vattenvägar ger en hög tillförlitlighet, hög kapacitet och hög säkerhet i de länder som studerats. Men den relativt låga hastigheten på pråmar och det begränsade infrastrukturnätverket av vattenvägar jämfört med vägnätet är svagheter (Konings, 2009, s.5) och (Carlen et al., 2013).

Transport på inre vattenvägar ger hög tillförlitlighet bland annat på grund av den höga kapaciteten på vattenvägarna som möjliggör transport som undviker trängsel (Konings, 2009, IMPACT, 2007). Detta anses också vara ett av de viktigaste argumenten för ökade transporter på inre vattenvägar (European Commission, 2011). Dessutom bidrar transporter på inre vattenvägar till en hög säkerhetsnivå (Konings, 2009). Lowe (2005) hävdar även att transporter på inre vattenvägar, inklusive pråmtransport är det säkraste av alla transportsätt på grund av det låga antalet olyckor och dödsfall. Inlandssjöfart har också under vissa förutsättningar möjlighet att konkurrera på pris, exempelvis visar en studie av Planco & BfG (2007) att prisnivån för containertransport på inre vattenvägar i EU i genomsnitt är 30 % lägre jämfört med väg- och järnvägstransporter för dörr-till-dörr transporter.

Även om potentialen ofta framhålls så är det just en potential. Om de vattenburna transportererna inte utformas med de potentiella nyttorna i åtanke samtidigt som de totala kostnaderna minimeras finns risk att potentialen inte alls realiseras. Eftersom vi i den här rapporten har framhållit schakt- och byggmassor som lämpligt gods att transportera sjövägen i storstadsmiljö tar vi här upp lärdomar från infrastrukturbyggen i London (huvudsakligen baserat på Ferrando Morales 2015) som vi bedömer som relevanta för exemplet med Västlänken i Göteborg och som bör beaktas när man överväger transportalternativ.

I flera av de transportsценарior vi skissat på har fartygets funktion som mellanlager uppfattats som en fördel, en flexibel yta som besparar land från t.ex. containrar med återvinningsmaterial. För att nå det värdet är tillgången på fartyg/pråmar och lasthanteringen avgörande. Vid tunnelarbeten i London i samband med det stora järnvägsprojektet Crossrail såg man i stället fördelar med den högre frekvens som lastbilar kunde erbjuda bland annat för behovet av lagringsutrymme.

Vid arbeten i centrala London (t.ex. Bond Street och Liverpool Street) lagrades material som extraherats under natten för att sedan transporteras bort med lastbil. Det krävdes relativt liten lagringsyta. Med större transportenheter som pråmar krävdes också större lagringsområden, främst av två skäl, dels fel på transportbandet (vid arbeten med Lee Tunneln inträffade det två gånger), och dels att en del av lastpunkterna var bara tillgängliga under högvatten. Det senare är förstås inte aktuellt i den svenska kontexten. Enligt Managing Director för UNPS (Underground

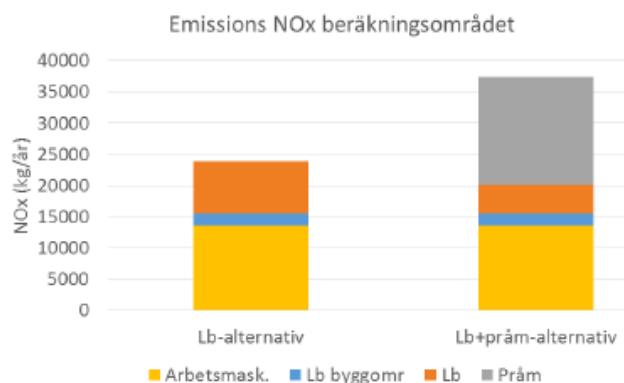


Professional Services) innebar dessa risker för stopp i bortforslandet att det krävdes större plats för att ge utrymme för åtminstone 3–4 dagars schaktmassor. Behovet av ytor för mellanlagring av material påverkas också av tillgången på pråmar (Morales, 2015).

Från UNPS (Morales, 2015) lär vi oss också att fukthalten i materialet medför svårigheter. Vid lastbilstransport rinner en del av materialet ner på gatan från baksidan av lastbilen, vilket kräver rengöring av vägen. Om materialet i stället transporteras sjövägen innebär blött material större risker för lastförskjutning och högre krav på fartygets stabilitet, en fråga som uppmärksammades i projektet med Lee-tunneln och som kan innebära att konventionella pråmar inte är lämpliga utan det kan behövas specialiserade pråmar för att hantera dessa mer eller mindre flytande laster.

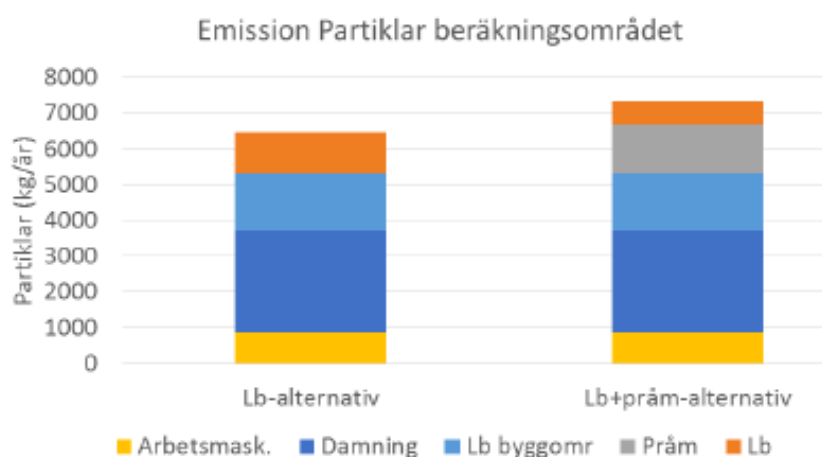
Oavsett vilket, eller vilka, hanteringsalternativ som kommer att väljas för nyttjande/omhändertagande av överskottsmassorna, kommer de att behöva transporteras inom det urbana området. I exemplet med Västlänken i Göteborg har effekterna av olika transportalternativ studerats. Slutsatserna är att pråmalternativen är fördelaktigt när det gäller växthusgaser men kommer att medföra större utsläpp av kväveoxider, partiklar och andra föroreningar än transport med bara lastbilar. Från de beräkningar som gjorts kommer transportsättet att påverka framförallt kvävedioxidhalterna i de centrala delarna av Göteborg. Inom EMOVE projektet (Andersson-Sköld, 2015) har två alternativ beaktats: Transport med lastbil till pråm följt av transport med pråm ut från Göteborg, eller transport med enbart lastbil. Störst utsläpps- och partikelhalt bidrag ger de transporter som sker med lastbil och pråm. Generellt kan sägas att långa transporter med fördel skall göras med tåg. I de fall transport med pråm är möjlig är detta mer fördelaktigt än lastbil med avseende på utsläpp av växthusgaser, men inte med avseende på utsläpp av kväveoxider och partiklar. Andersson-Sköld (2015).

I figur 20 visas de kväveoxid(NO<sub>x</sub>)-emissioner som förväntas till följd av arbetsmaskiner och transporter för de två transportalternativ av schaktmassor som beaktas, d.v.s. för transporter med enbart lastbil respektive för transporter med lastbil och pråm. (Andersson-Sköld, 2015).



Figur 20 - Uppskattade emissioner inom beräkningsområdet från arbetsmaskiner och transporter för de två transportalternativen för schaktmassor: -transporter med enbart lastbil (Lb) respektive transporter med lastbil och pråm (Lb+pråm). Från (Andersson-Sköld, 2015)

Figur 21 visar de utsläpp av partiklar med diameter 10 µm eller mindre (PM10) inom beräkningsområdet som förväntas till följd av arbetsmaskiner och transporter för de två alternativ som beaktas. Som framgår från figur 20 och figur 21 medför alternativet med lastbil och pråm betydligt högre emissioner än transporter med enbart lastbil, både avseende NOx och PM10. Det finns stora osäkerheter för de emissioner som kan förväntas från pråm, beroende av vilken typ av pråm som kan komma att användas och vilka krav på utsläppen som kommer att ställas. I EMOVE projekt har ansatsen varit att endast pråmar med de lägsta emissionerna kan komma att användas för transport av schaktmassor, vilket innebär att pråmalternativet kan medföra ännu större utsläpp än vad som redovisas av Andersson-Sköld, (2015). Sjötransporternas energieffektivitet står alltså i kontrast mot sämre förbränningsprestanda och bränsle än lastbilar, vilket belyser behovet av teknisk utveckling på fartygssidan.



Figur 21. Uppskattade emissioner inom beräkningsområdet till följd av arbetsmaskiner och transporter för de två transportalternativen för schaktmassor: -transporter med enbart lastbil (Lb) respektive transporter med lastbil och pråm (Lb+pråm). Från (Andersson-Sköld, 2015).

Sammanfattningsvis verkar pråmtransporter vara ett genomförbart alternativ till konventionella transportlösningar och har även prövats i praktiken. Det begränsade utrymmet i stadsmiljön innebär dock svårigheter för att finna erforderliga områden för lagring. Även de aktörer som kan påverkas måste beaktas då effekter av buller, damm, visuell påverkan och säkerhet är viktiga aspekter vid utvärderingen av användningen av pråmar. Även i de fall där pråmar inte har implementerats med motiveringen att pråmar är dyra och omlastning svår genomförbar, har det visat sig att detta inte alltid är fallet. I många fall där pråmar har använts i stället visar det sig att pråmar kan vara ett säkert, hållbart, genomförbart och kostnadseffektivt alternativ till konventionella transporter. Man bör däremot göra en närmare analys av vilket typ av bränsle och maskineri som ska användas för att undvika höga halter av NOx och partiklar.

Användandet av inre vattenvägar visar sig vara tillförlitligt, säkert, miljövänligt om man ser till koldioxid och kräver en låg kostnad per tonkilometer vid transport av

stora och täta godsvolymer (Lowe, 2005). Å andra sidan utgör den relativt låga hastigheten på pråmar och begränsade infrastrukturnätverk för vattenvägar jämfört med vägnätet exempel på nackdelar (Konings, 2009) och så även utsläppen av partiklar och kväveoxider om vanlig diesel används som bränsle. Dessutom är de flesta fartyg för inre vattenvägsbruk oftast anpassade för vissa typer av varor, vilket minskar flexibiliteten. Det kan också innebära problem när man försöker omdirigera fartyg längs vattenvägarna mycket på grund av det begränsade infrastrukturnätet (Vierth et al., 2012). Inre vattenvägar kan också vara starkt beroende av väderförhållanden såsom is och vind. (Carlen et al., 2013).

I fallen då pråmar förkastats till förmån för något annat transportalternativ har skälen normalt varit kostnad och genomförbarhet. Exempelvis i fallet med Citytunneln i Malmö, där transport med pråmar diskuterats tidigt i projektet enligt Carlen et al., (2013). Anledningen att pråmar aldrig sågs som ett realistiskt alternativ var de upplevda svårigheterna med omlastning och att det skulle vara en relativt dyr transportlösning. Det framgår inte hur kalkylen uppförts och vilka kostnader/nyttor som tagit i beaktande. I projektet Citybanan i Stockholm hävdar Trafikverket (2009) att pråmtransport är dyrt, tidskrävande och att det vidare skulle leda till negativ miljöpåverkan. Men intervjuade personer i masteruppsatsen (Carlen et al., 2013) är av uppfattningen att den främsta anledningen till varför pråmtransport avlogs i Stockholms exemplet är frågetecknen rörande omlastning. Istället har båda projekten lett till ökad trängsel i staden på grund av användningen av lastbilar. När Carlen et al. (2013) bad om utredningsunderlag från studierna av alternativen, kunde ingen av de utredande parterna visa kvantitativa data i de undersökta fallen som stöder valet att bortse från pråm som ett alternativ till konventionella transporter, resonemanget har i huvudsak varit kvalitativt. (Carlen et al., 2013). Lösningen skulle leda till mindre trängsel och minska säkerhetsrisken, som är två av de viktigaste frågorna med ökade nivåer av transporter i projektet Västlänken och i stadslogistik. Ett pråmalternativ är också i enlighet med analysen intressant och skulle samtidigt minska effekterna av buller och visuella intrång för invånare och företag i området.

Lastbil är det konventionella transportsättet i byggsammanhang. Det är intressant att reflektera över det faktum att detta inte ändras trots att pråmar har visat sig vara ett bättre alternativ, i vissa fall. Man skulle kunna hävda att det finns ett motstånd mot förändring på marknaden och lastbilar är tillförlitliga och välbeprövade och det enklaste alternativet när man köper transporttjänster. Det är dock viktigt att understryka möjligheten för Göteborgs stad att positionera sig som en hållbar stad i bränschen för hållbara transporter på vattnet. Användningen av urbana vattendrag kan också innebära ytterligare möjligheter, som öppnar upp för ett levande vatten och ökar möjligheten för staden som en hamnstad. (Carlen et al., 2013).



### 3. Vad kan vattenvägen tillföra transportsystemet?

Av exemplen förefaller det både genomförbart och rationellt med transport på inre och urbana vattenvägar i vissa fall. För att nå bästa resultat framkommer dock behov av fartygsteknisk utveckling och av väl genomtänkta lösningar för hur gränssnittet mellan vatten- och landinfrastruktur ska se ut och fungera. Ur dörr till dörr perspektivet har sjöfart och järnväg likheten att det krävs åtminstone något ytterligare trafikslag. Det innebär omlastning med olika merkostnader och krånglar i viss utsträckning till bilden för de relativt korta sträckor som de nationella, regionala och urbana transporterna utgör. Om dessutom flödet är relativt jämnt och kvantiteten per resa inte är så stor väljs ofta en lastbilstransport för att det är det billigaste transportalternativet för transportköparen. Frågan är om det finns andra, tillräckligt stora värden för transportsystemet (i termer av transportpolitiska-, miljö- och hållbarhetsmål) som realiserar om vattenvägarna skulle bära en del av transportarbetet? Här diskuteras vilka egenskaper som utmärker sjötransport och som, rätt utnyttjade, utgör sådana nyttor som kan stärka transportsystemet som helhet.

#### 3.1 Nyttor och kostnader

Investeringar i transportsystemen är ofta stora i monetära termer, har stor påverkan på många användare och har därtill konsekvenser över lång tid. I Sverige följer till exempel de större stråken gamla mönster med skjutshåll för ryttare och längre söderut i Europa syns fortfarande spåren efter romarrikets kommunikationsvägar. Följaktligen föregås större investeringar av noggranna analyser och långdragna debatter i politiska forum och i media. Det finns traditionellt en politisk rationalitet att bygga nytt snarare än att förbättra användningen av tidigare investeringar, men detta har förändrats i takt med att effekter av underhållsbrister blir tydligare med stort tryck på infrastrukturen och uppmärksamhet i media. Förutsättningarna ökar således för att transportpolitiska beslut verkligen baseras på Trafikverkets fyrstegsmodell, som säger att nybyggnation endast ska göras när andra möjligheter uttömts.

För att besluten ska bli rationella krävs förstås ett bra kalkylunderlag där samhällsekonomiska för- och nackdelar beräknas för olika alternativ. Sådana samhällsekonomiska kalkyler för förändringar i transportsystem är uppenbart enklast när en enstaka infrastrukturlänk ska förbättras eller ersättas. En investeringskostnad med tillhörande miljöbelastning jämförs med nyttor skapade för befintliga och nya användare och hänsyn ska tas till förändrad användning. Typiska faktorer som ingår är res-/transporttid, olycksrisk, utsläpp och res-/transportmönster. I svenska infrastrukturbeslut brukar det betyda att små tidsvinster för ett mycket stort antal användare dominerar den nytta som skapas. På kostnadssidan ställs främst den monetära investeringen och alternativkostnaden för marken, mer sällan ingår intrång i naturmiljöer, avskärmning av biotoper och markområden. De senare faktorerna kan ingå som en kostnad i de fall investeringsprojekten inkluderar viltövergångar och broar eller tunnlar så att de avskärmade områdena blir tillgängliga.

Mer komplicerat blir det när förändringarna avser objekt med mer omfattande effekter på transportsystemet. Då måste hela trafiksystem analyseras med avseende på förändrade flöden, trafikslagsval och på längre sikt lokalisering av boende och kommersiella verksamheter. I sådana kalkyler slår ofta regionförstoring med möjligheter till längre arbetspendling igenom. Det är dock inte självklart att det uppstår dynamiska effekter. Storleksordningen på och nyttan av dessa effekter bör därmed inte överdrivas. I flera fall handlar det om omfördelning mellan regioner, men i vissa fall när det exempelvis blir bättre matchning på arbetsmarknaden uppstår en positiv nettoeffekt. Då effekterna utanför transportsektorn, de så kallade indirekta effekterna, är svårbedömda får de inte användas i en samhällsekonomisk kalkyl för statliga investeringar. Om vissa villkor uppfylls får dock den samhällsekonomiska kalkylen kompletteras med en beskrivning av indirekta effekter som del av beskrivningarna av svårvärderade effekter i en så kallad Samlad effektbedömning (Trafikverket 2016b).

Effekten av att bygga terminaler eller ta bort flaskhalsar är ännu svårare att bedöma då de eventuella dynamiska effekterna kan uppstå i hela nätverk och endast till liten del i anslutning till själva investeringen. Ett undantag är nya järnvägsstationer längs en befintlig pendeltågsträcka där den lokala nyttan manifesteras i ökade fastighetsvärden. Därmed gynnar investeringen inte bara en stor mängd små brukare utan det skapas stora värden för fastighetsägare och följaktligen diskuteras hur dessa kan medfinansiera investeringar. Det ökade fastighetsvärdet uppstår dock som en konsekvens av förbättrade resor och transporter, och utgör endast en avspiegling av de bättre res- och transportmöjligheterna. Att summera både res- och transporttidsvinster samt de ökade fastighetsvärden som uppstår innebär därmed dubbelräkning och ska inte ske om man önskar värdera nyttan av en åtgärd i transportsystemet för samhället. Begränsas kalkylen till statens ekonomi är det dock lockande när fördelar för enskilda större aktörer kan kvantifieras och utgöra underlag för diskussioner om samfinansiering. Begränsas kalkylen ytterligare till en enskild kommun kan även attraktiviteten att bo nära stationen vägas in och därmed även de kommunalskatter som de boende kommer betala jämfört med om de bosatt sig i en annan kommun.

En kombiterminal eller anslutning till vagnslasttrafik, å andra sidan, syftar till att flytta över långväga godstransporter till järnväg och begränsas kalkylen till omflyttning på den nya korta järnvägssträckan bedöms bara en fraktion av effekten. Ett särskilt problem avser därför beslutsprocesser som stipulerar att en viss kalkylmodell ska användas men att vissa typer av investeringar gynnas systematiskt. En terminal kan också ge stora trafikeffekter, det vill säga flöden av fordon och farkoster, utan att godsflödena sett från dörr till dörr förändras. Inom sjöfart omlastas till exempel många containrar i Gioia Tauro på italienska stövelns tå, men de byter bara fartyg. Samma effekt har de stora flygplatserna med nav-eker trafik. Det är svårt för de modeller som används idag, t ex Samgods, att fånga punktvisa förändringar som påverkar transportsystemets användning utan att kvaliteten på länkarna förändrats.

Infrastrukturinvesteringar kan och bör också ställas mot operativa kostnader. Även om tidshorizonten får stor betydelse är det relativt okomplicerat att räkna på, särskilt om det görs av samma huvudman. Ett tydligt exempel är Trafikverkets vägfärjor, vars investerings- och driftskostnader borde ställas mot att investera i en bro eller tunnel. Även i stadsmiljö finns exempel där färjor som drivs som kollektivtrafik är gratis med motivationen att det ersätter en fast förbindelse för cyklister och gående. Mindre beslut fattas på tjänstemannanivå, men brobyggen är ofta så stora att de hamnar på en politisk nivå. Som andra politiska beslut påverkas det inte bara av samhällsekonomiska kalkylen utan av ett bredare spektrum av faktorer såsom öbornas vilja att åka färja eller att cykla eller köra på en bro.

Svårare blir det om olika organisationer är inblandade. Ett exempel är att tunga godstransporter på järnväg kräver mycket små lutningar på spåren, vilket i sin tur är kostnadsdrivande med långa bankar alternativt tunnlar och skärningar i terrängen. En högre lutning begränsar tågvikten eller kräver starkare eller flera lok, vilket drabbar tågoperatörerna och ofta leder till annat trafikslagsval. Ett alternativ är då att Trafikverket i sin infrastrukturroll har hjälplök på de få ställen som har stor lutning. Detta har dock visats sig vara mycket svårt att få till, trots att principen är densamma som för vägfärjorna.

Ett exempel på komplext förhållande mellan kostnader och nyttor som har studerats utförligt av svenska forskare är järnvägstransporter till och från hamnar. Det liknar den här diskuterade potentialen i ökad andel sjöfart för lokala och regionala transporter. I vissa applikationer är sjöfart det logistiskt rätta trafikslaget, men nyttorna hos vissa koncept måste sökas utanför det snäva utförandet av transporter. Det kan t.ex. handla om att bibehålla framkomligheten på städers gatunät under större infrastrukturprojekt eller att undvika stora investeringar där livslängden är svår att bedöma.

### Ett jämförbart exempel: Järnvägstransporter till och från containerhamnar

I fallet med järnvägsanslutning av hamnar är det självklart över längre sträckor med stora volymer och containertågen har rullat mellan Göteborg och Stockholm alltsedan containersjöfarten infördes på 60- och 70-talen. Många containrar över långa sträckor förklarar dock bara ett fåtal av de ca 25 containerskyttlar som trafikerar Göteborgs Hamn. Inte heller är det omfattande subventioner som ligger bakom, även om flera kommuner driver nya kombiterminaler med förlust, utan snarare en ganska komplex bild med olika typer av nyttor som skapas för olika aktörer. Fördelarna med att transportera containrar på järnväg istället för landsväg till och från hamnar omfattar (Roso et al. 2009):

För hamnen:

- mindre trängselproblem i och runt hamnen – möjlighet att öka flödet i befintlig anläggning
- reparation, tvättning och lagerhållning av tomma containrar på billigare mark och med billigare arbetskraft
- möjlighet till sekvenslastning inför fartygsanlöp och förberedd dokumenthantering

- säkring av konkurrenskraft i ett omland/geografisk marknad genom en effektiv lösning via en enskild hamn

För hamnstaden:

- mindre trängsel på vägarna och mindre behov av investering i nya vägar
- mindre konkurrens om attraktiv mark

För samhället:

- mer järnväg med mindre utsläpp och vägslitage
- ökade kostnader för investeringar i och slitage på järnväg
- konkurrenskraft för exportindustrin även i inlandet

För järnvägsoperatörer:

- större marknad – ”containerskyttlarna är russen i den intermodala transportkakan”

För åkerier:

- mindre tidsförluster i stadstrafik och vid hamnens grindar
- men även nackdel genom lägre andel vägtransporter

För transportköparna:

- bättre tillgång till transporttjänster utan krav på etablering i direkt anslutning till hamnen
- lägre kostnader för inleverans av komponenter och utleverans av bearbetade varor

En jämförelse av kostnader och nyttor för olika privata och offentliga aktörer blir således omfattande och kan tyckas gå långt utanför en transportekonomisk kalkyl. Att till slut verkligen omfördela kostnader och nyttor mellan olika aktörer är dock tämligen komplicerat och kräver konstruktiva omförhandlingar av befintliga kontrakt och förhandlingar om nya investeringar och kommersiella samarbeten. I de delar där offentliga sektorn förväntas investera måste förstås samhällsekonomiska kalkyler genomföras där nackdelar såsom högre investeringskostnader i järnvägsinfrastruktur i flaskhalsar värderas. Ett tydligt exempel är Marieholmsbron över Göta älv i Göteborg.

Ett exempel där avtal behöver omförhandlas är när kommuner samordnar sina inleveranser via en terminal och därifrån samordnar leveranser till kommunens olika verksamheter. Kommunens inköpspriser inkluderar i regel leverans till de olika verksamheterna och avtalen behöver omförhandlas för att spegla att leverantörerna inte behöver köra runt till flera adresser. Dock behöver det inte alltid kompensera för hela kommunens kostnad för drift av terminal och utkörning, då de även ser nyttor i effektivare varumottagning, minskad lastbilstrafik och möjlighet att köra med tysta fordon med små utsläpp.

## Konsekvenser för sjöfart i urbana miljöer

Sjöfart har traditionellt liksom järnvägen sin styrka i långa transporter av stora kvantiteter lågvärdigt gods. Konkurrenskraften mot andra trafikslag ökar förstas när geografin eller brist på infrastruktur gör det svårt för landtransporter.

Ett särskilt problem uppstår om sjöfarten skall konkurrera med vägtrafik motsvarande sträcka och med motsvarande transporttid. Är det korta avstånd måste fartygen lastas fort och upprätthålla en hög frekvens, vilket oftast leder till en dålig fyllnadsgrad ombord. Om fartygets hastighet dessutom måste ökas så ökar bränsleförbrukningen i högre grad i vatten än på land, vilket ofta leder till att sjöfarten ofta uppvisar högre utsläpp än landsvägstransporterna.

Om sjöfarten uppfattats som det logistiskt självklara alternativet i Sveriges städer hade mycket gods redan transporterats på vattnet, särskilt som vi har omfattande transporter och tillgång till vatten i de stora städerna. Sjöfartens andel är dock blygsam och en ökad användning av sjöfart för lokala och regionala transporter kräver därför att företrädarna söker, utvecklar, artikulerar och kommunicerar olika nyttor som går utanpå strikt transportekonomiska faktorer. Dessa faktorer gynnar eller drabbar många olika aktörer – privata företag, offentliga organisationer på olika nivå såväl som allmänheten. Faktorerna påverkar och påverkas också av olika ekonomiska och politiska områden. Inom offentlig sektor kompliceras sjöfartsfrågor av att hamnarna och städernas gator i regel ägs kommunalt medan staten ansvarar för järnvägen och de större vägarna. Kommunal, regional och privat medfinansiering blir också allt vanligare för infrastrukturinvesteringar, vilket medför en besvärlig beslutsprocess.

Exempel på nyttor och kostnader kopplade till lokal och regional sjöfart som inte direkt fångas av konventionella kostnads-nyttomodeller och investeringskalkyler är:

- Möjlighet till dynamik i användning där små flytande hamnanläggningar kan flyttas efter behov – beslut behöver inte ha så lång tidshorisont och sådan magnitud som för fast landinfrastruktur.
- Undvika infrastrukturinvesteringar för temporära flöden – till exempel massflyttningar vid större vattennära stadsutvecklingsprojekt eller gruvor med begränsad brytningstid.
- Avlastning av landinfrastruktur och uppbyggnad av flöden inför investeringar i fasta förbindelser.
- Med mer gods- och persontransporter på sjön kommer behovet av framtida investeringar i transportsystemet på land i urbana miljöer minska. Det kan gälla både länkar och i vissa särskilda flaskhalsar såsom broar och tunnlar.
- Utveckling av attraktivitet i vattennära stadsmiljöer – vatten är vackert, men många vill även se liv och rörelse på vattnet.

När det gäller urbana persontransporter och kollektivtrafik framhålls liknande aspekter men i än högre grad värdet av att avlasta gatuutrymmet, flexibilitet i resmönstret och möjligheterna till kapacitetsökning, se Trafikverket (2015). Tankarna kring godstransporter utvecklas på följande sidor uppdelat på försörjning av infrastruktur och transporter respektive stadsutveckling.

## Flexibel infrastrukturutveckling

Som nämnts är infrastrukturbeslut ofta både stora och långsiktiga. Det är inte mycket svårare att räkna på stora projekt än små, men när det råder osäkerhet om framtida transportbehov, teknikutveckling och väljarnas attityder under investeringens livstid är det lockande att dela upp beslutet i mindre delbeslut eller att kunna skjuta på det. Detta har också en demokratisk dimension då stora beslut nu begränsar möjligheter för kommande generationer av politiker. Tecknas mark och ekonomiskt utrymme in i stora infrastrukturprojekt, något ekonomerna betecknar som så kallade *sunk costs*, kan kommande politiker bara betala fakturorna. Att sätta en kostnad på detta i de samhällsekonomiska kalkylerna är svårt även om man förstås kan lägga in en snabbare avskrivningstakt för att kompensera för osäkerheten i hur länge investeringen är ändamålsenlig.

Sjöfarten har här en fördel genom den inneboende egenskapen att behöva mycket begränsade investeringar i undervägsinfrastruktur. I en stadsmiljö kan hamnanläggningar, som kan göras relativt enkla och billiga att flytta efter ändrade behov, i kombination med uppställningsplatser och korta anslutningar till landinfrastrukturen ge en flexibilitet att ändra transportapparaten efter förändrade förhållanden. I städer med mycket vatten finns i regel långa kajer med hyfsade anslutningar till gatunätet. Om många sådana hamnar byggs kan trafikflödena spridas ut och undvika de punktbelastningar i trafikapparaten som broars och tunnars landanslutningar utgör. Detta är särskilt tydligt vid en granskning av landanvändningen i anslutning till broar och tunnlar. En markanvändningskonflikt som behöver hanteras är dock att gatorna längs kajerna ofta används som parkeringsplatser. Detta innebär också en ekonomisk aspekt då parkeringsplatser genererar relativt höga intäkter och att begränsningar kan vara politiskt känsliga.

Flexibiliteten gör att sjöfarten kan skalas upp successivt med fler hamnar alternativt fler eller större fartyg och på så sätt skjuta fram beslut om fasta förbindelser till en tidpunkt då osäkerheterna har undanröjts. I vissa fall kan det också medföra att de inte byggs alls när förutsättningar förändrats. Denna fördel är svår att fånga i kalkylerna.

En annan fördel är att det går förhållandevis fort att bygga hamnar jämfört med att bygga vägar och järnvägar. En förutsättning är förstås att geografin tillåter sjöfart. Så var inte fallet när Northland Resources utvecklade gruvan i Pajala, men en järnväg skulle ta för lång tid att bygga för att matcha gruvinvesteringen och dessutom skulle avskrivningstiden vara för kort för att motivera investeringen. Hade sjöfarten varit geografiskt möjligt hade det kunnat lösa kombinationen av kort byggtid och avskrivningstid.

Ett exempel där sjöfart är tillgängligt är arbetet med järnvägstunneln Västlänken i Göteborg som beskrivits tidigare. Bygget för med sig restriktioner i stadstrafiken i kombination med behov av att förflytta stora mängder schaktmassor. Eftersom massorna förväntas användas i områden längs med Göta älv kan denna användas för att transportera massorna på. Detta skall ställas mot att transportera med lastbilar



som belastar älv-överfarterna som är flaskhalsar redan idag och också är föremål för stora infrastrukturprojekt inom det s.k. Västsvenska paketet.

### Attraktiva vattennära miljöer

I många städer utvecklas centrala tidigare hamn- och varvsområden i takt med att hamnarna flyttat till nya områden och varven flyttat till Asien (se t ex Merk (2014)), ofta under begreppet vitalisering. För att skapa attraktivitet för boende och arbete, fördela kostnader och möjliggöra den snabba urbaniseringen bygger utvecklingen på förtätning. Ett verktyg är att utveckla denna typ av områden för minskat bilberoende och därmed ökat beroende av kollektivtransporter och leveranser snarare än egentransport. Detta i sin tur kräver förtätning för att få effektivitet i transporterna. Nytankande vad gäller transportapparaten är alltså både en effekt av och förutsättning för vissa typer av stadsutveckling.

Ett tydligt exempel är utveckling av området Frihamnen i Göteborg. I detta och andra områden längs älven planeras boende för 100 000 invånare (Svanberg et al., 2016) och många nya arbetsplatser. I projektet DenCity (DenCity 2016) utreds och demonstreras hur person- och godstransporter kan anpassas för ett minskat bilägande. Transport på älven av gods till och avfall från Frihamnen utreds och demonstreras som en del av lösningen. Det som konkret utreds är leverans av förnödenheter från speditörernas terminaler längre upp längs Göta älv och transport av avfall till Sävenäs på älven och Sävån. Noggranna studier av möjliga hamnlägen och farbarhet har genomförts (Svanberg et al., 2016). Utredning och demonstration är bra, men för att gå till en fullskalig och uthållig driftsfas kommer många stenar behöva vändas för att söka, utveckla och kommunicera nyttorna som en sjöfartslösning för med sig. Nyttorna ska förstas ställas mot investerings- och driftskostnader för en sjöfartslösning som i sin tur ska ställas mot alternativa transportsätt. Sannolikt kommer det krävas ett visst mått av metodutveckling för att genomföra kalkylerna och för att bryta ner dem till olika aktörskategorier. Sedan kan läget förstas vara att andra alternativ än att använda älven inte är praktiskt möjliga eller att myndigheterna kräver att vattnet används efter bästa förmåga.

### 3.2 Diskussion

Vi ser alltså vattenvägens utmärkande nyttopotential i en mängd olika effekter som förbättrad framkomlighet och markutnyttjande i urbana miljöer, genvägar, alternativa transportvägar och minskad belastning av vägnätet. Dessutom flexibla, billiga och snabbt tillgängliga lösningar för temporära flöden. Potentialen svarar huvudsakligen mot Trafikverkets steg 1 och steg 2 -åtgärder. Hur effekterna ska värderas och var nyttorna och kostnaderna uppstår är som vi sett inte självklart. Dagens samhällsekonomiska kalkyler inom transportsektorn anses av många brista i förmåga att hantera andra alternativ än investeringar i infrastrukturlänkar. De kan alltså ha problem att fånga alla effekter som ett utvecklat nyttjande av vattenvägen kan antas syfta till och resultera i. Mer komplexa effekter är förstas svåra att kvantifiera och värdera liksom att koppla till enskilda aktörer. Det är dock inte heller säkert att de olika nyttorna skulle få en avgörande effekt utöver vad som i dagsläget ingår i kalkylmodellerna.



Även om analysen och modelleringen pekar på en genomförbar lösning är det långt ifrån givet att den kan införas. Det kräver en omfattande process av nedbrytning av kostnader och nyttor för olika aktörer och en diskussion om vad man kan enas om som en ”rättvis” fördelning emellan dem. Förändringar av kommersiella logistiksystem faller ofta på denna punkt, det vill säga att affärspartner inte klarar av att omförhandla efter en större förändring och att en missgynnad part kan motverka en förändring som är bra för kollektivet.

Om offentliga resurser ska tas i anspråk eller tillstånd krävs måste förstås en samhällsekonomisk kalkyl och en samlad effektbedömning (SEB) göras. Denna bör eventuellt ackompanjeras än mer av en kvalitativ bedömning som föder in i politiska processer där beslut fattas baserat på ett bredare underlag och prioriteringar mellan olika samhällsintressen. Principerna är således desamma som inför stora infrastrukturbeslut. I en sådan process behöver det också beaktas att det finns tecken på att de godsprognoser som Trafikverket tidigare gjort överskattar utvecklingen på nationell nivå samt att det så kallade godstidsvärdet är omtvistat.

## 4. Hur analyseras transporter i ett intermodalt transportsystem?

Frågan som vi ställde oss inledningsvis är hur vi bedömer och analyserar värdet av och kostnaden för transporter på vattenvägarna. En rad egenskaper hos vattenvägen identifierades som nyttor men samtidigt konstaterades att värdet kunde vara svårt att uppskatta och därmed blir det svårt att jämföra olika transportalternativ där något alternativ använder vattenvägen. I följande avsnitt beskrivs hur åtgärder inom transportsektorn analyseras, värderas och beräknas och speciellt diskuteras om metoder och verktyg fångar intermodala transporter.

### 4.1 Samhällsekonomisk kalkyl

Den grundläggande metoden som används för att analysera nyttan av och kostnaden för olika åtgärder inom transportsektorn är den samhällsekonomiska kalkylen, som övergripande beskrivits i föregående kapitel 3. Trafikverket ansvarar för att utveckla kalkylmetoden och de kalkylvärden som skall användas för analyser inom transportsektorn i Sverige. Arbetet bedrivs bland annat inom ASEK-gruppen (Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn), som involverar andra myndigheter och Stockholms läns landsting, SLL, och stöds av ett vetenskapligt råd. Rådande kalkylmetod och värden finns sammanställda i ASEK 6.0 (Trafikverket 2016c), där även en introduktion till Trafikverkets syn på samhällsekonomisk teori och metod finns. I de så kallade effektsambandskatalogerna som publiceras av Trafikverket tydliggörs också metodiken. Förutom ASEK-gruppen utgör Samgodsgruppen och Sampersgruppen ytterligare två (av flera) viktiga utvecklings- och förvaltningsgrupper hos Trafikverket inom området (Trafikanalys 2016). Utan prognoser om framtida trafikutveckling är det inte möjligt att göra en samhällsekonomisk analys som beaktar åtgärdernas livslängd. Forsknings-, utvecklings- och förvaltningsarbetet inom Trafikverkets Expertcenter ”Samhällsekonomi och trafikprognoser” omsätter drygt 50 miljoner kronor per år, och de arbetar på att ligga i framkant av den internationella forskningsfronten och för att implementera verifierade bra metoder. Framför allt är metoderna bra och håller god kvalitet för investeringar i infrastruktur. För mindre åtgärder som exempelvis underhållsåtgärder och reinvesteringar finns ett behov av utveckling. Nyttan av drift och underhåll kan inte heller beskrivas eller beräknas tillräckligt bra med de metoder som finns tillgängliga i dagsläget. Det måste dock understrykas att även om allt inte kan värderas och då inte heller beräknas, så är den samhällsekonomiska analysmetoden ett bra sätt att strukturera effekter av olika åtgärder. En åtgärd kan vara allt från en ny regel eller tvingande lag eller annat styrmedel till både små reinvesteringar och stora investeringar i infrastruktur.

I de flesta fall fångas alla effekter av exempelvis en infrastrukturinvestering genom analys av direkt berörda transportmarknader. Undantag förekommer i stadsmiljö där exempelvis värdet av förbättrad ”trivsel och trevnad” inte fångas i en vanlig samhällsekonomisk analys. Ett annat exempel i stadsmiljö är att det i vissa fall kan vara svårt att prognostisera trafik- och transportströmmar, och utan rätt

trafikprognoser blir inte den samhällsekonomiska analysen rättvisande. Härtill blir inte den samhällsekonomiska analysen rättvisande i specifika fall då det föreligger bristande konkurrens eller andra marknadsmisslyckanden som gör att marknadspriserna påverkats i ekonomin.

De huvudsakliga effekterna av en större investering eller annan åtgärd som skall beaktas i den samhällsekonomiska kalkylen är effekter på: 1) Infrastrukturhållaren, 2) Konsumentöverskott, 3) Producentöverskott, 4) Externa effekter, 5) Budget samt 6) Indirekta effekter (Trafikverket 2016d). Rekommendationerna av vilka effekter som skall beaktas skiljer sig mellan olika trafikslag, men ligger typiskt sett i linje med de sex nämnda punkterna. För infrastrukturhållaren kan effekterna exempelvis inkludera investeringskostnad eller förändrade framtida drifts- och underhållskostnader orsakade av åtgärden. Konsumentöverskottet ändras när restider, transportkostnader eller andra aspekter som värderas av resenären och transportören förändras. På motsvarande sätt kan producentöverskottet förändras. Till externa effekter räknas effekter som uppstår när enskilda aktörers beslut inte till fullo tagit hänsyn till hur de påverkar andra aktörers värde av en åtgärd. Exempel på externa effekter kan vara miljöeffekter, i de fall individer inte har internaliserat den samhälleliga kostnaden av utsläpp, eller olika typer av risker som inte finns värderade eller prissatta på någon marknad, även trängsel på vägar kan ses som en extern effekt. Med budgeteffekter avses sådant som kan påverka statens eller en kommuns skatteinkomster eller utgifter utöver investeringskostnaden (Trafikverket 2016d). Till indirekta effekter räknas effekter som inte uppstår direkt på transportmarknaden, utan kan uppstå exempelvis på någon varu- eller arbetsmarknad. Enligt ASEK 6.0 skall indirekta effekter på sekundära marknader typiskt sett inte inkluderas i den samhällsekonomiska kalkylen, eftersom de endast kan förekomma som ett resultat av vissa större investeringar eller till följd av en investering som löser en specifik flaskhals och förmår marknaden att öppnas upp för konkurrens. Om de bedöms som betydande får de inkluderas – men då genom verbala beskrivningar i en samlad effektbedömning baserat på en dokumenterad analys (Trafikverket 2016b).

Då indirekta effekter inkluderas i en analys är det av största vikt att inkludera effekterna för hela samhället. Om det uppstår en positiv effekt för en region och en negativ effekt för en annan region ska både plus och minus redovisas och summeras för att också visa på effekten för samhället som helhet. Härtill är det av vikt att beakta så att dubbelräkning inte sker enligt vad som tidigare beskrivits i kapitel 3 där det framkommer att ökade fastighetsvärden inte ska läggas till nyttosidan då det är en avspeglning av restidsnyttan som fångas i den samhällsekonomiska analysen.

I Trafikverkets utvecklingsplan för metoder, modeller och verktyg (Trafikverket 2016e), beskrivs bland annat vilka områden som anses vara prioriterade utvecklingsområden. Flera områden som berör sjöfart har identifierats som prioriterade, det gäller exempelvis utvecklingen av effektsamband för sjöfart, värdering av miljöeffekter till sjöss och sjösäkerhet samt analyser kring sjöfartens konkurrenskraft. Även ett mer direkt användande av Trafikverkets godsmodell, Samgods, inom samhällsekonomiska kalkyler lyfts fram som ett prioriterat

utvecklingsområde. Många av punkterna i utvecklingsplanen har som utgångspunkt en jämförande studie mellan Sverige och Norge, om hur sjöfarten behandlas i samhällsekonomiska kalkyler (Vierth et al 2015).

## 4.2 Nationell transportmodellering och scenarieuppbyggnad

För att beräkna en åtgärds effekter ställs ett utredningsalternativ, som inbegriper åtgärden, mot ett jämförelsealternativ. Alternativen ställs mot varandra och värderas inom ramen för den samhällsekonomiska kalkylen, men för att generera utrednings- och jämförelsealternativ, där det ofta handlar om åtgärder vars effekter sträcker sig många år framåt i tiden, används en mängd olika modeller.

Trafikverkets uppbyggnad av framför allt ett basscenario, eller ett jämförelsealternativ, tar avstamp i nationella förutsättningar från Långtidsutredningen (se exempelvis SOU 2015:106), och SCB:s befolkningsprognoser. Tanken är att basscenarioet skall vara konsistent gentemot nationella ekonomiska och demografiska scenarier i de dimensioner som är viktiga för analyser av transporter. För de ekonomiska scenarier som beskrivs i Långtidsutredningen används dels en makroekonomisk modell (MIMER) för nationell framskrivning av variabler såsom BNP och offentliga finanser. För att analysera scenarier med avseende på strukturomvandling, hur olika sektorer eller varugrupper utvecklas, används modellen EMEC. Båda dessa modeller faller inom klassen av allmänna jämviktsmodeller. Grovt hugget så betyder det att man utgår från att företag och hushåll agerar som vinst- respektive nyttoximerare, och att alla varor och tjänster säljs på marknader till ett pris där utbud möter efterfrågan, alla marknader är i jämvikt. Även den offentliga sektorn ingår ofta i dessa typer av modeller, där de kan tillhandahålla offentliga eller kollektiva nyttigheter genom exempelvis skattefinansiering. Som i fallet med Långtidsutredningen, har dessa modeller ofta ett ganska aggregerat, övergripande, nationalekonomiskt fokus. Nationella förutsättningar kan vara relevanta för analyser av transporter, till exempel kan man tänka sig ett samband mellan arbetslöshet på en nationell nivå och arbetspendling, eller att strukturomvandlingen sätter avtryck i vilka varor som handlas och transporteras mellan olika regioner.

För att skapa sig en bild av de regionala konsekvenserna som kan uppstå till följd av det nationella basscenarioet ifrån Långtidsutredningen genomförs en regional disaggregering, eller nedbrytning av scenarioet. Även detta steg är modellbaserat och här används den regionalekonomiska modellen Raps (Trafikverket 2015a, 2016f). Modellerna resulterar bland annat i regionala framskrivningar av: befolkningen uppdelat på åldersklasser och kön, sysselsatta, samt regionala produktions-, konsumtions- och handelsmönster för olika varugrupper. Dessa variabler går sedan in i de nationella modellsystemen för persontransporter (Sampers) och godstransporter (Samgods). Nedan presenteras översiktligt Samgodsmodellen som ägs av Trafikverket och Sjöfartsverket, men utvecklas hos Trafikverket.

### *Samgods*

Samgodsmodellen utgår ifrån interregionala varuhandelsflöden, summerade i så kallade PWC-matriser (*Production-Warehouse-Consumption*). Dessa matriser är

modellgenererade med hjälp av handelsflödesmodeller som skattats på bland annat VFU-data (Varuflödesundersökning), modellerna är empiriskt grundade. Typiska förklaringsvariabler för handelsflödenas storlek är produktionens storlek i avsändande region, förbrukningens storlek i den mottagande regionen, samt avståndet mellan regionerna. Även andra förklaringsvariabler dyker upp i PWC-modellerna, för vissa varugrupper påverkar exempelvis hamnar handelsflödenas storlek. Skattningen av PWC-matriserna beskrivs i Anderstig et al (2015) och tidigare metod i Edwards et al (2008).

I Samgods modelleras framför allt långväga godstransporter. Modellen behandlar interregionala godsflöden mellan och inom Sveriges 290 kommuner och 174 utlandszoner för 35 olika varugrupper. Efter att de interregionala handelsmönstren skattats, disaggregeras dessa till flöden mellan olika typer av företag. Företagen är uppdelade efter storleksklass, så att handelsflöden finns representerade för alla kombinationer av små, medelstora och stora företag. Samgods kan sägas vara ett ADA-modellsystem (*Aggregate-Disaggregate-Aggregate*). Modellen utgår ifrån aggregerade interregionala handelsflöden i form av PWC-matriser. Dessa flöden disaggregeras ner till företagsnivå, den nivå där logistikbeslut tas. Logistikbesluten berör vilka transportslag som skall användas i den logistiska lösningen, var eventuell omlastning och byte av transportslag skall ske, samt hur stora sändningar som skall skickas. En sändning kan alltså transporteras med flera olika typer av fordon. Genom att aggregera sändningarnas flöden över de ingående fordonstypernas avreseorter och destinationer fås så kallade OD-flöden (*Origin-Destination*), som senare kan användas för nätverksutläggning, där lastbilstransporter läggs till på vägnätet, tågtransporter till järnvägsnätet osv.

Logistikmodulen i Samgods beskrivs av De Jong och Baak (2015). Logistikmodellen söker lösningar som minimerar den logistiska kostnaden bestående av orderkostnader, transportkostnader (tids- och distansbaserade, samt lastning/omlastning), kapitalkostnader för transporterat gods, lagerkostnader samt kapitalkostnader för lager. Exempel på kostnader som inte hanteras är kostnader på grund av skadat eller ”åldrat” gods. Inte heller hanteras kostnader till följd av att lager tagit slut, så kallade stockout-kostnader. Alla kostnader i modellen är deterministiska, inga osäkerheter finns representerade. Detta medför att modellresultaten kan vara känsliga för förändringar i logistiska kostnader, eftersom modellen väljer ut det logistiska upplägg som har lägst modellerade kostnader och tilldelar hela flödet till detta optimala upplägg. En liten förändring i en kostnadsparameter kan medföra att ett alternativt logistiskt upplägg blir fördelaktigare. Modellens kalibrering mot verkliga data, och dess förmåga att återskapa dessa, är delvis relaterat till modellupplägget med deterministiska kostnader. Upplägget gör det svårt att empiriskt identifiera modellens parametrar, det vill säga att bestämma hur stor påverkan, olika typer av logistiska kostnader har för valet av logistisk lösning.

På sikt förväntas det deterministiska synsättet överges, och De Jong och Baak (2015) ger som avslutande kommentar att en stokastisk modell som estimeras på mikrodata ses som en trolig utvecklingsbana för logistikmodellen. Forskningsmässigt har flera

steg redan tagits i denna riktning, bland annat med en modell som skattats på svenska VFU-data, (Abate et al 2016).

Det skall också nämnas att i den nyligen reviderade versionen av Samgods har en ny fartygstyp lagts till som kan användas för att representera transporter på inre vattenvägar. I vilken utsträckning analyser av åtgärder på inre vattenvägar därmed fångas på relevant sätt är däremot inte känt, och om det handlar om helt nya stråk är det sannolikt förenat med stor osäkerhet. Tidigare erfarenheter (med äldre modellversioner) visar att då åtgärder på (befintlig) hamnnivå analyseras med Samgodsmodellen, så är resultaten inte helt tillförlitliga. Däremot bör man anse att flöden eller transporter inom en större region har en hyfsad tillförlitlighet, givet en bra kalibrerad modell.

### *Sampers*

Även om fokus i denna förstudie ligger på godstransporter bör det nationella modellsystemet för personresor, Sampers, nämnas. En anledning är de vinster som kan uppstå på vägnätet vid exempelvis överflyttning av godstransporter från väg till vattenvägar. En sådan vinst kan vara minskad trängsel i storstäder.

Sampersmodellen följer i princip en klassisk fyrstegsmodell med komponenter som resegenerering, färdmedelsval, destinationsval och ruttval. Medan Samgodsmodellen har en regional upplösning baserad på kommuner, arbetar Sampers med en mycket finare spatial resolution, närmare 10 500 Sams-områden (Small Areas for Market Statistics). Modellen är empiriskt grundad då merparten av modellen har skattats på data från exempelvis resvaneundersökningar.

Det vi konstaterar här är alltså att det i Sampersmodellen finns förutsättningar för att komma åt hur en avlastning av godsflöden i stadsmiljö, alltså färre lastbilar på gatorna till följd av fler tonkilometer till sjöss, skulle påverka trängseln och framkomligheten på land eftersom lastbilstrafiken ingår som del i Sampersmodellen. Viktigt att notera är att Sampers i sin nuvarande form inte är anpassat för att modellera den vattenburna persontrafiken i sig, t ex vattenburen kollektivtrafik, vilket i sig vore värdefullt för att kunna bedöma den potentialen, men att vi här ser en värdefull koppling till Sampers för att bedöma effekterna på land om mer av urbana godsflöden sker på vatten.

## 4.3 Bra trafikprognoser är viktigt för den samhällsekonomiska analysen

Som framkommer ovan behövs både samhällsekonomisk analysmetodik och värderingar baserat på nu känd kunskap samt pålitliga trafikprognoser för att kunna genomföra relevanta samhällsekonomiska analyser av långtidsverkande åtgärder inom transportområdet. I sammanhanget bör inses att det alltid kommer att finnas en osäkerhet i både metoder och prognoser eftersom framtiden är osäker i och med teknikutveckling, politiska beslut, ekonomisk utveckling och föränderliga mänskliga beteenden. Samhällsekonomisk analys utgör dock det bästa sättet att i dagsläget ta fram ett strukturerat beslutsunderlag för att jämföra effekter av olika åtgärder för användning av våra begränsade resurser där vi har anledning att tro att de ger så stor nytta för samhället som möjligt. Som framgår ovan har Trafikverket ansvar för att



relevant utveckling av metoder, modeller och analysverktyg sker inom området och lägger årligen en ansevärd budget på området. Allt som skulle behöva göras kan dock inte hinnas med och därmed finns begränsningar i befintliga modeller. I grova drag kan man säga att en modell eller ett verktyg bör användas för de analyser och inom de områden de utvecklats för att nyttjas.

Det finns därmed några områden där viss, eller till och med stor, försiktighet behöver beaktas då befintliga modeller används. Det gäller exempelvis vid nyttjande av Samgodsmodellen inom nya områden. Eftersom modellen inte är utvecklad för analyser av effekter av exempelvis nya inre vattenvägar bör modellen sannolikt kompletteras med andra analyser baserat på relevant underlag och metodik. Hur en sådan "prognosmetod" skulle se ut och vad den skulle baseras på kan vara intressant att studera närmare.

#### 4.4 Kalkylutveckling för bättre bedömning av IVV

Inre vattenvägar representerar nya typer av möjligheter men också problem. I tidigare kapitel presenteras många aspekter som behöver beaktas. Exempelvis kan användningen av pråmar istället för lastbilar vid förflyttning av berg och lera i samband med byggandet av Västlänken påverka trängseln på vägarna, transporterernas miljö- och klimatpåverkan, tillförlitligheten i transporterna, och riskerna som är förknippade med olika typer av transportlösningar. Till skillnad mot fallen med statliga vägar och järnväg inbegriper sjöfarten ofta kommunerna som ägare av infrastrukturen och en blandning av offentlig och privat finansiering av investeringar blir allt vanligare. Dessa aspekter ligger väl i linje med den lista av frågeställningar som Vierth et al (2015) presenterar vad gäller utvecklingen av samhällsekonomisk kalkyl för sjöfart i Sverige.

##### *Vattenburna transporter i staden*

Det finns i dagsläget inga nationella transportmodeller som kan hantera godstransporter i staden på ett bra sätt, och därmed inte heller vattenburna godstransporter. När det gäller Samgods har modellen en uppenbar begränsning i den spatiala resolution som modellen arbetar på, nämligen kommuner, vilket gör att frågeställningar som berör transporter på en finare geografisk skala inte kan hanteras. Sampersmodellen har däremot en mycket finare rumslig representation och skulle i princip kunna användas för att undersöka indirekta effekter som minskad trängsel, exempelvis vid överföringen av lastbilstransporter till båt. Lastbilstransporter finns med i modellen eftersom de utnyttjar vägnätet, därmed påverkar de också personresorna genom den trängsel de bidrar med. Begränsningen i denna modell är att det är en modell för persontransport som bara har utnyttjandet av det gemensamma gatuutrymmet som en slags sekundär relationen till godsflödesmodellering. Vad vi vill rikta blicken mot är att just ett sådant "gemensamt" intresse är värdefullt att se när potentialen av gods på vattnet ska värderas. Om till exempel schakt- och byggmateriel i högre utsträckning går på köl kanske det gynnar kollektivtrafikresenären eller säkerheten för gångtrafikanter. Potential som det inte är uppenbart hur den skulle realiseras men till och börja med måste den kunna påvisas, det vill säga synas i prognos- och modelleringsverktyg. För

en rättvisande totalbild av hur användandet av vattenvägen påverkar framkomlighet och trängsel i städer måste förstås också vattenburna persontransporter i sig implementeras i persontransportmodeller (t.ex. Sampers). Stadsbaserade modeller med anknytning till citylogistik, se exempelvis review-artiklar av Taniguchi et al (2014) och Anand et al (2012), saknas för svenska städer.

#### *Vattenburna transporter interregionalt*

Samgodsmodellen arbetar på en regional skala, med interregionala godsflöden, och det pågår ett arbete med att införa inre vattenvägar i modellen. Som nämnts tidigare betyder inte detta nödvändigtvis att modellen per automatik kommer att kunna användas direkt för att analysera frågeställningar relaterade till inre vattenvägar. Osäkerheterna relaterade till resultat som befinner sig på kommunal nivå för ett specifikt trafikslag, kan förväntas vara stora. Dels beror detta på indata till modellen, men också på modellens struktur. Tidigare berördes att modellen är deterministisk i meningen att den minimerar en total transportkostnad där inga typer av osäkerheter finns representerade, men att det finns anledning att övergå till ett stokastiskt modellramverk som lättare låter sig estimeras och valideras mot empiriska data. Exempel på resultat som skulle uppnås genom att göra detta finns presenterade av Abate et al. (2016), där de delar som behandlar sändningsstorlek och transportkedja behandlats. Det visar sig bland annat att Samgodsmodellen med deterministisk kostnadsfunktion verkar överskatta egenelasticiteter för olika transportslag, även korspriselasticiteter verkar skilja sig markant mellan den stokastiska, estimerade modellen och den deterministiska. Andra aspekter av den befintliga modellen är att den inte tar hänsyn till vare sig samlastning av olika varugrupper eller möjligheten att köra fartyg i slingor, med flera stopp för lastning och avlastning. Dessa aspekter medför att de stordriftsfördelar som är avgörande för användandet av sjövägen inte kan realiseras fullt ut i modellen, och detta har direkt påverkan på modellresultat kopplade till sjöfarten, se Vierth et al (2016).

Det arbete som påbörjats av Abate et al. (2016) indikerar vikten av att använda empiriskt grundade modeller för godstransporter. Det vore önskvärt att fortsätta det arbete som redan påbörjats av Abate et al. En annan del av Samgodsmodellen består av de så kallade PWC-matriserna som beskriver interregionala handelsflöden. Även dessa matriser bygger på modeller som estimerats mot data från Varuflödesundersökningen. I denna del skulle man kunna tänka sig att modellerna kan utvecklas med avseende på de attribut som förklarar handelsflödena. Det kan vara viktigt att ta hänsyn till förväntade logistiska kostnaderna mellan olika handelsrelationer men även lokalisering och specialisering av logistiska knutpunkter, exempelvis hamnar.

De nationella modellerna är avsedda att fungera för övergripande frågeställningar, vilket medför att de tar hänsyn till många aspekter, men är relativt grova i sin representation av varje aspekt. För specifika frågeställningar som handlar om inre vattenvägars roll i Mälaren är det troligt att modeller med ett mer regionalt fokus relaterat till den specifika frågeställningen är att föredra.

## 5. Sammanfattning och slutsatser

Förstudien illustrerar hur de svenska inre vattenvägarna kan användas för lokala och regionala godstransporter. Värderna identifieras som potentiellt kan realiseras till nytta på systemnivå. Det är ökad framkomlighet och bättre markanvändning i urbana miljöer, minskad belastning på väg och järnvägsnät, redundanta transportvägar (lägre sårbarhet), systemflexibilitet genom snabba förändringar, energieffektivitet och lågt buller. I rätt tillämpning bör mycket av detta kunna realiseras idag men en uppenbar svaghet är fartygens utsläpp av kväveoxider och partiklar, vilka behöver minskas till nivåer i paritet med landtransporter. Dessutom finns frågetecken kring vinterförhållanden och miljöriskbedömning. Vi ser alltså att det finns potentiella nytta på systemnivå och svagheter kring fartyget och dess gränsvyter till väg- och järnväg som kan handla om omlastning och tillgänglighet till kajer och hamnar. Det senare är en fråga för stads- och regionplanerare som förefaller ovana att se kajer och strandlinjen som en potentiell på- och avfart till vattenvägen. Vattenvägen i planering är en viktig förutsättning som också uppmärksammats i projekt kring kollektivtrafik på vatten (Trafikverket 2015b & Stenius et al. 2014).

Modellstrukturer kring logistik och samhällsekonomiska kalkyler är väl uppbyggda men med stora osäkerheter när det gäller inre vattenvägar som förstudien konstaterar. Trafikverket har också i sin modellutvecklingsplan identifierat områden som behöver utvecklas. Det handlar om osäkerheter i ASEK-värden (dvs. indata för kostnadsuppskattning) och miljökonsekvensanalys kopplad till sjöfarten. Man konstaterar till exempel att analysverktyg behöver utvecklas för infrastrukturinvesteringar för flyg- och sjöfart: "Här gör vi fortfarande handräknade kalkyler enligt informella principer som hämtas från allmän CBA-metodik (cost benefit analysis) samt tidigare gjorda kalkyler. En formalisering och dokumentering av dessa principer vore bra samt, för sjöfartens del, eventuellt även ett kalkylverktyg." (Trafikverket (2016d) s67).

Trafikverkets kalkylmetoder och modellverktyg fokuserar på infrastrukturinvesteringar som främst rör stegen 3 och 4 i fyrstegsprincipen. Verket konstaterar också att man saknar metoder och verktyg för att bedöma de två första stegen om att begränsa transportbehovet och att utnyttja det som redan finns bättre. Steg 1 och steg 2 åtgärder kan vara olika ekonomiska eller reglerande åtgärder och vilka effekter dessa kan ha på hur transporterna sker är alltså svårt att bedöma idag.

För att kunna bedöma i vilka fall den inre vattenvägen är ett bra alternativ behövs alltså metodutveckling men det behöver också byggas upp kunskap och erfarenhet av att jämföra alternativ där vattenvägen utgör en del av transportkedjan. Det är förstås inte kalkylmodellerna i sig som realiserar vattenvägens potential. Tvärtom är det troligt att en del svagheter kommer i dagen som kräver både teknisk utveckling av fartygen och viss infrastrukturutveckling. Om sedan potentialen kan realiseras beror på hur kommunala och regionala aktörer kan samarbeta, lyhördheten hos stads- och regionplanerare och förstås på den politiska viljan. Slutsatserna från den här förstudien riktar sig mot förbättrad analys av transportsystem inklusive IVV för

bättre beslutsunderlag och teknisk och praktisk utveckling av fartyg och terminaler för att förbättra systemprestanda vilket som sekundär effekt ökar sjöfartens konkurrenskraft.

Ett övergripande mål för projektet, *Vattenvägen -den intermodala pusselbiten till resurseffektiva regional- och tätortstransporter* är att visa **hur, på vilket sätt och i vilken omfattning**, vattenvägen kan användas för att energi- och resurseffektivisera region- och tätortstransportsystem och därmed bidra till de transportpolitiska målen. Förstudien har påbörjat arbetet och identifierar en rad avgränsade steg som kan genomföras som delprojekt och samtidigt leda mot de övergripande projektmålen.

## 5.1 Utvecklingssteg och delprojekt

### Analysmetoder för jämförelser mellan transportalternativ

#### *Miljökonsekvensanalys*

Behovet av miljökonsekvensanalys har uppmärksamats både av Emma-projektet och av Trafikverket. Det handlar både om fartygets miljöprestanda och om de vatten de ska trafikera, vatten som bland annat utgör dricksvattentäkt. Det är angeläget att kunna genomföra riktiga riskanalyser och att förstå vilka krav som ställs när man trafikerar inre vattenvägar.

#### *ASEK-värden*

Genomgång och uppdatering av ASEK-värden kopplade till IVV-trafik. ASEK-värden är indata till CBA i Trafikverkets befintliga modellstruktur. Uppdateringen (översynen?) är värdefull för analysernas tillförlitlighet och skulle dessutom ge viktig information till sjöfarten om i vilka avseenden utveckling och förbättring behöver göras för att kunna bidra till transportsystemets utveckling.

#### *Utveckla och utvärdera steg 1 och steg 2 åtgärder*

Ett intressant och viktigt arbete är att utveckla och föreslå åtgärder för steg 1 och steg 2. Genvägar, t.ex. över vatten är en steg 1 åtgärd. Steg 2 kan ses ligga i linje med EU:s vitbok där man förespråkar avlastning av landinfrastruktur genom att öka transportererna på köl och räls. Inom steg 2 ligger t.ex. ekonomiska styrmedel (som kilometerskatt för tunga fordon, eller förslag som ECA-bonus från *Zero vision tool*). Styrmedel är en starkt politiserad och ganska infekterad fråga. Läser man till exempel remissyttrandet från transportköpare i svensk basindustri om Sjöfartsverkets förslag till farleds- och lotsavgifter framstår sjöfarten som förfördelad (Remissyttrande 2016). Om politiska styrmedel slår rätt eller inte förutsätter förstås en neutral utvärdering och rättvisande uppskattning av effekterna. För att komma dit krävs den utveckling som Trafikverket konstaterat sig sakna och som skulle rikta sig mot effekter av steg 1 och steg 2 åtgärder.

#### *IVV i Samgods*

Följ upp hur fartyg för inre vatten är representerade i Samgods 1.1 och undersök hur de IVV-scenarier som vi skissat på i den här förstudien låter sig studeras.

### *Lokala och regionala effekter*

En av våra slutsatser är att lokala effekter är svåra att fånga upp med befintliga modeller. Det konstaterar också Trafikverket och man skriver i modellutvecklingsplanen om Samgods att "Ambitionen är att i framtiden även kunna modellera regional nivå och eventuellt citylogistik." Trafikverket (2016e). Med den bild av vattenvägens potential som vi skissat är potentiella nyttor att öka framkomligheten i städer, minska trängseln på vägnätet och minska transportsystemets sårbarhet. Hur de här effekterna fångas i en jämförande analys av transportalternativ behöver utredas och implementeras i analysen. Om det visar sig ogörligt inom ramen för Samgods bör andra metoder/modeller övervägas.

Vi har berört att det kan vara nödvändigt att utveckla modeller för den regionala nivån som är bättre anpassade till specifika frågeställningar länkade till inre vattenvägar. Exempelvis kan handelsflödesmodeller behöva specialdesignas med avseende på tillgänglighet till och specialisering av hamnar, samt att stordriftsfördelar beaktas på ett adekvat sätt i modellerna som beskriver vilket transportslag som används vid transport. Vi har också konstaterat att det kan vara värdefullt att koppla godstransportmodeller till persontransportmodeller för att se hur effekterna av användandet av vattenvägen påverkar det gemensamma gatuutrymmet för gods- och persontransport. För att detta fullt ut ska ge en rättvisande bild måste persontrafikmodellerna också inkorporera den vattenburna persontrafiken. Det steget utgör i sig en viktig utvecklingspunkt för modellering av kollektivtrafik där framkomlighet och trängsel är en avgörande parameter och som vi konstaterat en gemensam parameter för gods- och persontransport.

### *Analysmetodik*

Utredning och utveckling av punkterna ovan kan leda till en bättre möjlighet att jämföra olika transportalternativ inklusive de som innebär IVV-transport. För en tydligare bild av hur man hanterar intermodala transportalternativ med IVV vore det dels värdefullt att samla och ta del av de erfarenheter som Sjöfartsverket och Trafikverket gjort i analyser ad hoc som Trafikverket beskriver i modellutvecklingsplanen och dels genomföra analyser av några transportsценарier (till exempel av exemplen i den här förstudien) för att bygga upp erfarenhet och identifiera eventuellt ytterligare utvecklingsbehov.

## Teknik och drift

### *Gränssnittet fartyg-land*

Viktiga praktiska uppgifter är val och utformning av lasthanteringssystem och kaj-/brygg-/terminallösningar. Uppgifterna hanteras lämpligen som design- och konstruktionsprojekt, uppbackade av praktiska undersökningar i pilot- och demonstrationsprojekt.

- Utveckling av skrovform, strukturdesign och materialval.
- Utveckling av is-lastmodell representativ för svenska IVV.

### *Framdrivning och bränslen*

Om och hur de inre vattenvägarna ställer speciella krav på fartyg och framdrivningssystem och bränslen bör studeras. Det handlar om farleders djup och bredd, bottnars och stränders känslighet för propellerströmmar och svallvågor. Dessutom om risker med olika laster och bränslen när det gäller säkerhet och utsläpp. I stor utsträckning miljökonsekvensanalysens återkoppling till tekniken.

### *Bemannning, trafikledning & dokumenthantering*

Höga kostnader för bemanning och mer och mer utvecklad informations och kommunikationsteknik (IKT) leder alltid till frågor om trafiken på vattnet kunde hanteras på ett annat sätt. Hit hör också frågor om dokumenthantering och planering av hamnanlöp. Denna helhet vore värdefull och kanske mindre infekterad om den studerades i ett forskningsprojekt utgående från frågan om hur effektiv och säker IVV-trafik skulle kunna uppnås genom mix av förändringar avseende t.ex. trafikledning, automation, bemanningskrav/uppgifter, planering och digital juridisk dokumentation.

## Infrastruktur

### *Utvecklingsbehov för hamnar, kajer och landinfrastruktur*

Studera/inventera vilken potential som finns i befintlig hamninfrastruktur och vad som krävs i form av infrastruktursatsningar på hamnar, kajer och anslutande väg och järnväg om andelen gods på IVV skulle öka.

### *Regional- och stadsplanering*

Avgörande för att realisera vattenvägens potential är att vattenvägen ingår i stads- och regionplaner även vad gäller tillgänglighet till nya bostadsområden.



## 6. Referenser

Abate, M., Vierth, I., Karlsson, R., de Jong, G., Baak, J. (2016). *Estimation and implementation of joint econometric models of freight transport chain and shipment size choice*, Stockholm: CTS Working Paper 2016:1, 2016.

Althini E. & Karlsson M. (2016). *Design av Öresundsboxen En portabel box för cykeltransport* Examensarbete Institutionen för designvetenskap, Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet, 2016.

Anand, N., Quak, H., van Duin, R., Tavasszy, L. (2012). *City Logistics modelling efforts: Trends and gaps – A review*, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 39:101-115, 2012.

Andersson-Sköld, Y., (2015). *Miljöaspekter av hanteringsalternativ av schaktmassor, en sammanfattning av tre delstudier inom projektet emove*. The Interreg IVB North Sea Region Programme, EMOVE, COWI.

Anderstig, C., Berglund, M., Edwards, H., Sundberg, M. (2015). *PWC Matrices: new method and updated Base Matrices*, WSP Report (2015-05-18), 2015.

Axiö J. (2016). *Distribution av flytande bränslen på Mälarens och Stockholms inre vattenvägar*, Dnr 15-03104 Sjöfartsverket 2016.

Browne, M., Piotrowska, M., Woodburn, A. and Allen, J., (2007). *Literature review WM9: Part I – Urban Freight Transport. Green Logistics Project*, University of Westminster. London.

Carlen, V., Josefsson, A. and Olsson, L., (2013). *The potential role of urban waterways in sustainable urban freight transport: A case study of mass transport from the construction of Västlänken*, Chalmers University of Technology. Göteborg, Sweden.

Civitas Citylab (2016). Horizon 2020 research project, webpage, <http://www.citylab-project.eu/Amsterdam.php>, October 2016.

De Jong, G., Baak, J. (2015). *Method Report –Logistics Model in the Swedish National Freight Model System (Version 2.1)*, Deliverable 6b for Trafikverket (Project 15017), Significance, 2015.

DenCity (2016). Projektwebplats. URL: <http://closer.lindholmen.se/projekt-okad-transporteffektivitet/density>, 2016-11.28.

Edwards, H., with assistance from J. Bates and H. Swahn (2008). *Swedish base matrices report. Estimates for 2004, estimation methodology, data and procedures*. Vägverket, Stockholm, 2008.

Eltis (2016). *Using waterways to transport construction materials in Ghent (Belgium)*, webpage, <http://www.eltis.org/discover/case-studies/using-waterways-transport-construction-materials-ghent-belgium>, November 2016.

EMOVE Project (2015). Work Package 3 – European Joint Fact Finding. Part 2 - Description of State, Impacts and Solutions. Study conducted within the framework

of the project EMOVE (Estuaries on the move) in the EU Interreg IVB North Sea programme.

EU, VITBOK (2011)–*Färdplan för ett gemensamt europeiskt transportområde – ett konkurrenskraftigt och resurseffektivt transportsystem*, KOM(2011) 144 slutlig, Bryssel 28 Mars 2011

European Commission (2011) Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, Strategy document, Brussels.

European Commission (2012). Study on urban freight transport. MDS Transmodal Limited.

Finansdepartementet (2015). *Sveriges ekonomi –scenarier fram till 2060*, Bilaga 1 till Långtidsutredningen 2015, SOU 2015:106, 2015.

Franprix (2016). Franprix barge, project, webpage [http://www.leparticulier.fr/jcms/p1\\_1501514/franprix-livre-ses-palettes-en-berge](http://www.leparticulier.fr/jcms/p1_1501514/franprix-livre-ses-palettes-en-berge), Paris October 2016.

Granbom, H, (2014). *Hantering av schaktmassor med hänsyn till miljömålen ”giftfri miljö” och ”begränsad klimatpåverkan”*, Examensarbete, Uppsala Universitet.

Göteborgs Hamn (2016). *Risholmen, Göteborgs Hamn*, <http://www.goteborgshamn.se/om-hamnen/hamnen-vaxer/risholmen/> oktober, 2016.

Göteborgs Stad (2013a). *Västsvenska Paketet*. Göteborgs stad. <http://www.goteborg.se/>. (November 5, 2013).

IMPACT (2007). *Handbook on estimation of external cost in the transport sector*, CE Delft, Delft. ISO/ 1040.2 Draft: Life Cycle Assessment - Principles and Guidelines.

Jandl O-M (2016). *Implementing Inland Waterway Transportation in Urban Logistics*, MSc thesis, Department of Shipping and Marine Technology, Chalmers university of technology, Göteborg, Sweden 2016.

Konings, R., (2009). Intermodal barge transport: Network design, nodes and competitiveness. The Netherlands TRAIL Research School, Delft.

LET (2006). *Mise en place d’une méthodologie pour un bilan environnemental physique du transport de marchandises en ville, consommation, émissions, qualité de l’air*, Aria Technologies and Systems Consult, Lyon, ADEME/CERTU.

Lowe, D. (2005). *Intermodal Freight Transport*, Butterworth-Heinemann, Oxford.

Mercedes Benz (2016). *Mercedes Benz and Starship technologies build robot enhanced delivery concept*, <http://www.drivesweden.net/en/smart-mobility-news-and-comments/mercedes-benz-and-starship-technologies-build-robot-enhanced-delivery-concept> oktober 2016.

- Merk, O. (2014). *The Competitiveness of Global Port-Cities: Synthesis Report*, OECD Publishing. 134 pages.
- Miljödepartementet, 2011. *Regeringsbeslut I:5. Uppdrag att ge underlag till en svensk färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050*. Regeringen.
- Mobil depå (2016). projekt Vinnova, Diarienummer 2015-00266 Niklas Arvidsson och Ala Pazirandeh Arvidsson.
- Morales, C. F. (2015). *Urban transport of excavated material from tunneling in London*, Master thesis, University of Westminster, London.
- Naturvårdsverket (2016). *Generationmålet*, <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/Generationsmalet/>, 2016-11-22.
- Näringsdepartementet (2016). *Uppdrag att analysera utvecklingspotentialen för inlandssjöfart och kustsjöfart*, N2016/01639/MRT, Regeringsbeslut 2016-02-25.
- Olsson, J., Larsson, A., Woxenius, J., Bergqvist, R., (2016). *Transport and logistics facilities expansion and social sustainability: A critical discussion and findings from the City of Gothenburg, Sweden*. Göteborgs universitet, Företagsekonomiska institutionen. 2016.
- PLANCO & BfG (2007). *Economical and ecological comparison of transport modes: road, railways, inland waterways Summary of findings*, Study prepared on behalf of the Federal German Water and Shipping Administration represented by the Water and Shipping Directorate East. Essen: Planco Consulting GmbH.
- Regeringen (2008). *Mål för framtidens resor och transporter*, Regeringens proposition 2008/09:93, 2008.
- Regeringen (2012). *Investeringar för ett starkt och hållbart transportsystem*, Regeringens proposition 2012/13:25, 2012.
- Regeringskansliet (2016). *Målen för miljöpolitiken*, <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/sveriges-miljomal/malet-for-miljopolitiken/> 2016-11-22.
- Remissyttrande (2016). *Remissyttrande över Sjöfartsverkets förslag till nya föreskrifter om farleds- och lotsavgifter*, dnr 16-03061, 8 november 2016.
- Roso, V., Woxenius, J., Lumsden, K. (2009). *The Dry Port Concept – Connecting Seaports with their Hinterland by Rail*, Journal of Transport Geography, 17(5), s. 338-345.
- SCB (2013). *Befolkningsstatistik*, Statistiska Centralbyrån. [www.scb.se](http://www.scb.se), september 2016.
- Sjöfartsverket (2016). *Regeringsuppdrag Analys av utvecklingspotentialen för inlands- och kustsjöfart i Sverige Huvudrapport*, dnr 16-00767, december 2016.

Stadsleveransen (2016). *Stadsleveransen – renare och effektivare transporter för en trivsam och säker innerstad*, Websida, <http://www.innerstadengbg.se/innerstaden-goteborg/projekt/stadsleveransen/>, oktober 2016.

Stenius I., Garne K., Hall Kihl S. & Magnus Burman M. (2014), WATERWAY 365, *System Analysis of Challenges in Increased Urban Mobility by Utilization of the Water Ways*, report TRITA-AVE 2014-13, KTH Stockholm 2015.

Svanberg, M., Behrends, S., Finnsgård, C., Daun, V., Jandl, O.-M. (2016). *Analysing barriers, drivers and structure of a combined waterway system for transport of goods to and waste from - dense urban areas*. The VREF Conference on Urban Freight 2016: Plan for the future - sharing urban space, Göteborg, 17-19 Oktober.

SvD (2016). *Haveriet på Södertäljebbron riskerar hämma ekonomin*, 2016-07-29.

Taniguchi, E., Thompsson, R.G., Yamada, T (2014). *Recent trends and innovations in modelling city logistics*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125:4-14, 2014.

Trafikanalys (2016). *Trafikverkets arbete med modeller för samhällsekonomisk analys 2015*, Rapport 2016:2, 2016.

Trafikverket (2009). *Citybanan i Stockholm – juni 2009 Masshanteringsplan*. Sundbyberg, Trafikverket.

Trafikverket (2012). *Transportsystemets behov av kapacitetshöjande åtgärder – förslag på lösningar till år 2025 och utblick mot år 2050*, Sammanfattning huvudrapport 2012:101, Trafikverket, 2012.

Trafikverket (2013). *Västlänken*. Trafikverket. [www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se) (oktober, 2016).

Trafikverket (2014). *Hantering av överskottsmassor*, Johan Bengtsson Samordnare överskottsmassor, <http://www.optimass.se/wp-content/uploads/2014/12/4.-141202-Masshantering-Trafikverket-Johan-Bengtsson-TrV.pdf>, oktober 2016.

Trafikverket (2015a). *Socioekonomiska indata för prognosår 2040 och 2060 – teknisk dokumentation för indata till Samgods och Sampers TRV2015/81019*, Borlänge: Trafikverket (TRV2015/81019), 2015.

Trafikverket (2015b), *Koll på vatten – ett FoI-projekt om vattenvägarnas roll i ett hållbart samhälle*. Publikation: 2015:055, Trafikverket, 2015.

Trafikverket (2016a). <http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/planera-och-utreda/planera-person--och-godstransporter/planera-persontransporter/hallbart-resande/fyrstegsprincipen/>, 2016-10-19.

Trafikverket (2016b). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0, Kapitel 16 Indirekta effekter utanför transportsektorn*, Borlänge: Trafikverket (Version 2016-04-01), 2016.

Trafikverket (2016c). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0*, Borlänge: Trafikverket (Version 2016-04-01), 2016.

- Trafikverket (2016d). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0, Kapitel 4 Kalkylmodeller för samhällsekonomisk analys (CBA) – struktur och innehåll*, Borlänge: Trafikverket (Version 2016-04-01), 2016.
- Trafikverket (2016e). *Trafikslagsövergripande plan för utveckling av metoder, modeller och verktyg –för analys av samhällsekonomi, järnvägskapacitet, effektsamband och statistik samt för trafik- och transportprognoser*, Borlänge: Trafikverket (Rapport 2016:052), 2016.
- Trafikverket (2016f). *Socioekonomiska indata till Samgods TRV2016/21861*, Borlänge: Trafikverket (TRV2016/21861), 2016.
- Transportstyrelsen (2015). *Det intermodala transportsystemet*, Dnr TSG 2015-1663, juni 2016. Transportstyrelsen, <https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Fartyg/Inlandssjofart/Zoner-inlandssjofart/> , 2016-10-19.
- Vert chez vous (2014). *Multimodal transport with environmentally friendly vehicles*, Bestfact, webpage [http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2014/02/Bestfact\\_Quick\\_Info\\_GreenLogistics\\_VertChezVous.pdf](http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2014/02/Bestfact_Quick_Info_GreenLogistics_VertChezVous.pdf), October 2016.
- Vierth, I., Karlsson, R., Westin, J., (2016). *Validering av sjötransporter i Samgodsmodellen Version 1.1*, u.o.: VTI notat 30-2016.
- Vierth, I., Melin, A., Hylén, B., Karlsson, J., Karlsson, R. and Johansson, M. (2012). *Kartläggning av godstransporterna i Sverige*. Linköping: VTI. (VTI report 752).
- Vierth, I., Swahn, H., Caspersen, E., Beate Hovi, I. (2015). *Samhällsekonomiska kalkyler för sjöfartsprojekt*, u.o.: VTI (VTI rapport 846), 2015.
- Zero emission beer boat (2012). Bestfact, webpage [http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2016/01/CL1\\_151\\_QuickInfo\\_ZeroEmissionBoat-16Dec2015.pdf](http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2016/01/CL1_151_QuickInfo_ZeroEmissionBoat-16Dec2015.pdf), October 2016.





Lighthouse samlar industri, samhälle, akademi och institut i triple helix-samverkan för att stärka Sveriges maritima konkurrenskraft genom forskning, utveckling och innovation. Som en del i arbetet för en hållbar maritim sektor initierar och koordinerar Lighthouse relevant forskning och innovation som utgår från industrin och samhällets behov.

**Lighthouse – för en konkurrenskraftig, hållbar och säker maritim sektor med god arbetsmiljö**



Foton: Shutterstock.com (bild 1,2), Johan Lantz (bild 3), CIVITAS Initiative (bild 4)

#### LIGHTHOUSE PARTNERS



#### LIGHTHOUSE ASSOCIATE MEMBERS

