

STOCKHOLMS STAD

# HANDLINGSPLAN FÖR FOSSILBRÄNSLEFRIA ARBETSMASKINER

2017-10-24



wsp

# HANDLINGSPLAN FÖR FOSSILBRÄNSLEFRIA ARBETSMASKINER

Stockholm stad

## KONSULT

### **WSP Analys & Strategi**

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7  
Tel: +46 10 7225000  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
<http://www.wspgroup.se>

## KONTAKTPERSONER

LINA JONSSON  
ANDERS BONDEMARK  
ANDERS HALLBERG

# INNEHÅLL

<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>5</b>
<b>1 INLEDNING</b>	<b>7</b>
<b>2 BAKGRUND</b>	<b>7</b>
2.1 DAGENS STYRMEDEL FÖR MINSKADE VÄXTHUSGASUTSLÄPP	8
Skattebefrielsen av HVO	8
Reduktionsplikten förändrar marknaden för HVO	9
2.2 BEHOV AV KOMPLETTERANDE STYRMEDEL	10
<b>3 ANVÄNDNING AV ARBETSMASKINER I STOCKHOLMS STAD</b>	<b>11</b>
3.1 NYBYGGNATION	11
3.2 KYRKOGRÄNSFÖRVALTNINGEN	13
3.3 DRIFT OCH UNDERHÅLL AV GATOR	13
3.4 ÅTERVINNINGSCENTRALER	14
3.5 DRIFT OCH UNDERHÅLL AV VATTEN- OCH AVLOPPSLEDNINGSNÄTEN	14
3.6 ÖVRIG ANVÄNDNING AV ARBETSMASKINER	15
3.7 DRIVMEDELSFÖRBRUKNING I STADEN	15
<b>4 ARBETSMASKINER IDAG OCH MÖJLIGA UTVECKLINGSVÄGAR</b>	<b>16</b>
4.1 ENERGIEFFEKTIVISERING AV MASKINER	17
4.2 HYBRIDISERING	18
4.3 ELEKTRIFIERING	18
4.4 BRÄNSLEBYTE	20
4.5 NYA DRIVMEDEL	21
4.6 DRIVKRAFTER OCH POTENTIALER	22
4.7 ARBETSMASKINERNAS SÄRSKILDA FÖRHÅLLANDEN	24
Entreprenadsektorns organisering	24
Avsaknad av bränsleförbrukningsvärden	25
Små tillverkningsvolym	25
<b>5 TÄNKBARA STYRMEDEL OCH ÅTGÄRDER</b>	<b>26</b>
5.1 TIDIGARE IDENTIFIERADE STYRMEDEL	26
5.2 VAD VILL MAN ÅSTADKOMMA - DIREKTA UTSLÄPPSMINSKNINGAR ELLER TEKNIKUTVECKLING?	27
5.3 ÅTGÄRDER FÖR DIREKTA UTSLÄPPSMINSKNINGAR	28
Inköpspolicy för arbetsmaskiner och drivmedel	29
Upphandlingskrav för entreprenader	29
Krav vid markanvisning	33
Miljözon för arbetsmaskiner	34

5.4	ÅTGÄRDER FÖR ATT STÖDJA EN UTVECKLING MOT LÄGRE UTSLÄPP	34
	Principiellt om subventioner	34
	Subventionsprogram	35
	Innovationsupphandling	35
	Frågor att driva nationellt och inom EU	38
<b>6</b>	<b>REKOMMENDATIONER</b>	<b>42</b>
6.1	PÅ KORT SIKT - DIREKTA UTSLÄPPSMINSKNINGAR	42
	Upphandlingskrav	42
	Inköpspolicy	43
	Krav vid markanvisning	43
6.2	PÅ KORT SIKT - INDIREKTA UTSLÄPPSMINSKNINGAR	44
6.3	PÅ LÅNG SIKT	45
<b>7</b>	<b>FÖRVÄNTADE KOSTNADER OCH UTSLÄPPSMINSKNINGAR</b>	<b>46</b>
7.1	UPPHANDLINGSKRAV PÅ HVO	46
7.2	TIDIG IMPLENTERING AV HYBRIDISERADE ELLER ELEKTRIFIERADE ARBETSMASKINER	46
	<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b>	<b>49</b>

# SAMMANFATTNING

Användningen av arbetsmaskiner i Stockholm ger upphov till betydande utsläpp av växthusgaser men det råder stor osäkerhet om exakt hur mycket drivmedel som förbrukas i arbetsmaskiner och hur fördelningen ser ut mellan olika verksamheter.

Det är i dagsläget inte möjligt att ställa upphandlingskrav för entreprenader gällande energieffektivitet på arbetsmaskiner. Dels saknas bränsleförbrukningsuppgifter för arbetsmaskiner och dels är utbudet av väldigt energieffektiva maskiner, såsom hybridiserade eller elektrifierade maskiner, alldeles för litet i nuläget. Det finns heller i stort sett inga maskiner på marknaden med motorer anpassade för andra drivmedel än diesel såsom biogas eller ED95.

Att ersätta fossil diesel med HVO eller B100 är på kort sikt den mest framkomliga vägen för att minska växthusgasutsläppen från arbetsmaskiner. Med dagens priser på HVO och fortsatt skattebefrielse är det också ett billigt sätt för upphandlaren. En ökad global efterfrågan på HVO kan dock leda till höjda priser vilket gör att skattebefrielsen kanske inte längre täcker merkostnaden för HVO jämfört med fossil diesel. I så fall uppstår en merkostnad vid upphandlingen vid krav på användning av HVO. Man kan heller inte bortse ifrån systemperspektivet vid användning av HVO då den globala tillgången på HVO med låga livscykelutsläpp av växthusgaser är ytterst begränsad. Trots detta anser vi att upphandlingskrav där man kräver att en viss andel av energianvändningen kommer från biodrivmedel (utanför reduktionsplikten) eller förnyelsebar el är ett rimligt styrmedel i nuläget. På några års sikt är det däremot troligt att HVO helt inlemmas i reduktionsplikten och när så sker är det inte längre verkingsfullt att ställa upphandlingskrav på användning av ren HVO.

Utöver upphandlingskrav för entreprenader kan staden direkt påverka sina egna inköp av maskiner och drivmedel genom en inköspolicy. Eftersom det i princip enbart är kyrkogårdsförvaltningen samt Stockholm vatten och avfall som gör inköp av arbetsmaskiner och drivmedel har dock detta en liten påverkan på de totala utsläppen.

Om staden vill bidra till att påskynda utvecklingen mot hybridiserade och elektrifierade maskiner är deltagande i innovationsupphandling eller demonstrationsprojekt ett sätt. En innovationsupphandling eller någon annan form av subventionsprogram innebär att det offentliga under en tidsbegränsad period bär kostnaderna för de osäkerheter som är förknippade med nya tekniker. Vi föreslår att staden undersöker intresset hos främst Energimyndigheten och Trafikverket för innovationsupphandling eller ett demonstrationsprojekt för elektrifierade eller hybridiserade arbetsmaskiner inriktade mot exploatering och byggande. Stadens roll i ett sådant projekt skulle kunna vara att erbjuda en demonstrationsverksamhet. Det skulle t ex kunna vara ett nytt stadsutvecklingsområde där elektrifierade eller hybridiserade maskiner kan användas för markarbeten. Det är viktigt att innovationsupphandlingarnas omfattning i marknadsstorlek och tid står i relation till de osäkerheter som upphandlingen syftar till att reducera.

Medan elektrifierade eller hybridiserade maskiner är lämpliga att testa i demonstrationsprojekt föreslår vi inte att staden engagerar sig i projekt för att

stimulera utvecklingen av arbetsmaskiner som drivs av en förbränningsmotor som kan använda andra drivmedel än (fossil eller biobaserad) diesel. Skälet till detta är att det inte finns någon drivkraft i form av kostnadsbesparingar för entreprenörerna vid en övergång till t ex biogas eller ED95. Medan ett tillfälligt stöd till eldrift kan leda till att eldrift blir kommersiellt bärkraftig på sikt ser vi inte att t ex biogasdrivna arbetsmaskiner på motsvarande sätt har förutsättning för att vara kommersiellt bärkraftiga när stödperioden är slut.

Både ett register över arbetsmaskiner och uppgifter om bränsleförbrukning skulle hjälpa staden i dess arbete med att minska utsläppen från arbetsmaskiner. Vi föreslår att staden aktivt verkar för skapandet av ett nationellt register över arbetsmaskiner, t ex genom påverkansarbete gentemot nationella myndigheter och nationell politik. Naturvårdsverket har uppmärksammat frågan och staden bör fortsatt i kontakterna med t ex Naturvårdsverket och Trafikverket verka pådrivande för att ett sådant nationellt register över arbetsmaskiner skapas och att det får en sådan utformning att staden kan ha nytta av det vid upphandling. Även när det gäller utvecklingen av körcykler för att kunna ta fram officiella värden för bränsleförbrukning bör staden aktivt verka för att påskynda ett sådant arbete. För att påverka i den riktningen kan Stockholms stad tillsammans med andra aktörer (i första hand Trafikverket och större kommuner) tydliggöra betydelsen av sådana standarder för att upphandlingskrav ska kunna utvecklas som ett klimatpolitiskt verktyg.

# 1 INLEDNING

Stockholms stad har antagit en rad ambitiösa mål kring reduktion av växthusgasutsläpp och minskad användning av fossila bränslen. 2040 ska Stockholm vara fossilbränslefritt och utsläppen av växthusgaser ska minska till 2,3 ton per invånare till år 2020. År 2014 var utsläppen 2,7 ton per invånare enligt strategin för ett fossilbränslefritt Stockholm. År 2030 ska Stockholms stad vara en fossilbränslefri organisation vilket innebär att såväl stadens egna verksamheter som upphandlad verksamhet i form av t ex snöröjning och underhåll ska bedrivas utan användning av fossila bränslen. Detta innebär stora utmaningar för användningen av arbetsmaskiner som i dagsläget i stort sett helt drivs med fossil diesel. Enligt strategin för ett fossilbränslefritt Stockholm bedöms den totala drivmedelsanvändningen för arbetsmaskiner i Stockholms stad vara ca 270 GWh under 2014 vilket motsvarar ungefär 5 procent av de totala växthusgasutsläppen i Stockholm. Denna rapport är ett underlag till Exploateringsnämnden som i samarbete med miljö- och hälsoskydds-nämnden och trafiknämnden ska ta fram en handlingsplan för användande av fossilbränslefria arbetsmaskiner i såväl stadens verksamhet som i det geografiska området Stockholm.

Rapporten är skriven av Lina Jonsson (projektledare), Anders Bondemark och Anders Hallberg vid WSP Analys & Strategi. Till projektet har en referensgrupp vid Stockholms stad varit knuten som består av Sofie Pandis Iveroth (projektledare) vid Exploateringskontoret, Tomas Nitzelius vid Trafikkontoret samt Per Erik Österlund vid Miljöförvaltningen

Rapporten inleds med en bakgrund som förklarar vilken roll stadens styrmedel kan spela i förhållande till nationella styrmedel på drivmedelsområdet. Därefter följer i kapitel 3 en kartläggning av var någonstans i stadens verksamhet som arbetsmaskiner används och hur dessa verksamheter är organiserade. I det fjärde kapitlet går vi igenom vilka arbetsmaskiner som finns idag och hur dessa tekniskt skulle kunna utvecklas. I kapitel 5 beskrivs tänkbara styrmedel och vilka åtgärder som är möjliga för staden att använda sig av för att dels uppnå direkta utsläppsminskningar i sin egen verksamhet men också för att stödja en generell utveckling mot lägre utsläpp från arbetsmaskiner. Baserat på vår beskrivning av möjliga styrmedel och åtgärder sammanfattar vi i kapitel 6 våra rekommendationer för staden. Rapporten avslutas med en översiktlig analys av vilka kostnader och utsläppsminskningar som våra rekommendationer kan resultera i.

# 2 BAKGRUND

Det är en brokig skara maskiner som ryms inom den officiella definitionen för arbetsmaskiner. Såväl snöskotrar som Trafikverkets vägfärjor räknas i statistiken som arbetsmaskiner. Arbetsmaskiner definieras som fordon som inte är avsedda för transporter av gods eller människor eller alternativt som transportabel industriell utrustning. De arbetsmaskiner som är av intresse i



Stockholms stads arbete med att minska användningen av fossila bränslen, och som därför står i fokus för denna rapport, består dock av ett fåtal maskintyper som t ex används vid exploatering eller för drift och underhåll av gator och torg. Det är i princip det som ibland kallas "gula maskiner" som är av intresse, exempelvis hjullastare, grävmaskiner och truckar. Dessa maskiner är idag i princip helt och hållet dieseldrivna och ger upphov till omfattande utsläpp av växthusgaser genom sin bränsleförbrukning.

Minskade utsläpp från arbetsmaskiner kan åstadkommas på i princip tre olika sätt:

1. Maskinerna kan bli effektivare så att energiåtgången per arbetsmoment minskar. Detta kan t ex ske genom tekniska åtgärder i förbränningsmotorn eller genom elektrifiering eller hybridisering av vissa delar.
2. Den energi som används kan vara förknippad med lägre utsläpp av växthusgaser, t ex genom en övergång till biodrivmedel eller förnybar el.
3. Arbetet som arbetsmaskinerna utför kan minska. Detta kan ske genom bättre logistik och planering på byggarbetsplatser eller att man byter till arbetsmetoder som kräver mindre användning av arbetsmaskiner.

## 2.1 DAGENS STYRMEDEL FÖR MINSKADE VÄXTHUSGASUTSLÄPP

Det huvudsakliga styrmedlet som idag påverkar utsläppen från arbetsmaskiner är beskattningen av drivmedel, och då i synnerhet beskattningen av diesel och dess motsvarigheter i biodrivmedelsform såsom FAME och HVO. Medan arbetsmaskiner som används inom jord- och skogsbruk har en nedsatt drivmedelsbeskattning är drivmedel som används av arbetsmaskiner i entreprenadsektorn belagda med samma drivmedelsskatt som vägfordon. Att beskatta kolinnehållet i bränslet direkt, genom en koldioxidskatt, har den stora fördelen att den ger möjlighet att anpassa sig till skatten på det sätt som innebär minst uppoffring i det enskilda fallet. I vissa fall kan det vara genom att välja en bränsleeffektivare maskin och i andra fall genom att ändra hur maskinen används. Ytterligare en fördel med en koldioxidskatt, om den sätts lika för alla aktörer, är att den ger samma marginalkostnad för reduktion av koldioxidutsläpp för alla. En generell koldioxidskatt är alltså ett kostnadseffektivt styrmedel för att minska utsläppen av växthusgaser. Men koldioxidskatten är ett nationellt styrmedel som ligger utanför Stockholms stads rådighet. Stadens styrmedel behöver däremot sättas i relation till de nationella styrmedlen som råder, i synnerhet gäller detta för de nationella styrmedel som påverkar användandet av biodrivmedel. Eftersom HVO är det drivmedel som ligger närmast till hands för att ersätta fossil diesel beskriver vi nedan hur användningen av HVO påverkas av de nationella styrmedlen skattebefrielse samt den föreslagna reduktionsplikten.

### Skattebefrielsen av HVO

HVO är idag helt befriad från energi- och koldioxidskatt vilket gör att priset vid pump är så pass lågt att HVO kan konkurrera med fossil diesel. Den



merkostnad för HVO som finns i och med högre tillverkningskostnader står alltså staten för i form av minskade skatteintäkter.

Biodrivmedels växthusgasutsläpp sett ur ett livscykelperspektiv skiljer sig mycket åt beroende på vilka råvaror och vilken produktionsprocess som används, även för ett och samma biodrivmedel. Systemet med skattenedsättning ger inget incitament att välja biodrivmedel med låga utsläpp utöver att de måste klara vissa minimikrav. I ett system med skattenedsättning finns det därför utrymme och skäl för t ex en upphandlare att ställa specifika krav på det enskilda biodrivmedlets utsläpp. Det kan vara värt att notera att den HVO som användes ren under 2015 hade bättre klimatprestanda än den HVO som låginblandades i vanlig diesel<sup>1</sup> vilket förmodligen är en följd av upphandlingskrav på drivmedlens växthusgasutsläpp för ren HVO. Några sådana kundkrav förekommer i nuläget i princip inte gällande den HVO som låginblandas.

### Reduktionsplikten förändrar marknaden för HVO

Energimyndigheten har tagit fram ett förslag till reduktionsplikt som beskrivs i (Energimyndigheten, 2016b) vilken ligger till grund för en regeringspromemoria från slutet av mars 2017. En reduktionsplikt är en form av kvotplikt där kvoten uttrycks i form av procentuellt minskade växthusgasutsläpp, jämfört med om drivmedelsleverantörens hela försäljningsvolym hade bestått av fossila drivmedel. Reduktionsplikten gynnar således de biodrivmedel som ger den högsta minskningen av växthusgasutsläpp till den lägsta kostnaden. Införandet av reduktionsplikt kan därför förväntas leda till en ökad efterfrågan på ”bra” HVO för låginblandning.

I det nu liggande förslaget till reduktionsplikt föreslås att skattenedsättningen kvarstår för rena eller höginblandade biodrivmedel. HVO kommer därför både att kunna säljas ren (HVO100) med skattebefrielse och användas låginblandad men beskattad som en del i reduktionsplikten. Att HVO föreslås omfattas av både ett system med skattenedsättning och reduktionsplikt gör att krav på användning av ren HVO kan påverka även den del av drivmedelsmarknaden som styrs av reduktionsplikt.

Det är drivmedelsleverantören som är skyldig att se till att den totala mängden levererat drivmedel uppfyller reduktionsplikten, men det är möjligt att leverera enskilda kvaliteter med lägre eller högre andel biodrivmedel. Detta gör att det med en reduktionsplikt inte är verksamt att ställa krav exempelvis i en upphandling på att det drivmedel som används ska ha högre andel biodrivmedel (eller reduktion av växthusgaser) än den övergripande reduktionen i reduktionsplikten. I såna fall är det nämligen möjligt för leverantören att enbart flytta användningen av biodrivmedel mellan olika leveranser och minska andelen biodrivmedel i de leveranser där inga krav ställs på biodrivmedel eller växthusgasreduktion. Ett eventuellt införande av reduktionsplikt påverkar därmed hur staten kan ställa krav på låginblandning av biodrivmedel. Reduktionsplikten föreslås träda i kraft 1 juli 2018.

---

<sup>1</sup> HVO som sålts som ren HVO under 2015 hade i genomsnitt utsläpp av växthusgaser räknat i koldioxidekvivalenter på enbart 12 g/MJ medan den HVO som användes i låginblandning hade utsläpp på 19,8 g/MJ. Detta kan jämföras med helt fossil diesel på 95,1 g/MJ och MK1-diesel med aktuell låginblandning på 83,8 g/MJ (Energimyndigheten, 2016a).

Även om ren HVO ligger utanför reduktionsplikten så kan efterfrågan på HVO påverka den del av drivmedelsmarknaden som omfattas av reduktionsplikten. Om efterfrågan blir så stor att priset på HVO överstiger reduktionspliktsavgiften som drivmedelsdistributörerna tvingas betala om de inte uppfyller reduktionsplikten kan distributörerna välja att betala reduktionspliktsavgiften istället för att inblanda biodrivmedel. På detta sätt kan ökad efterfrågan på ren HVO leda till en undanträngning av låginblandad HVO. Ökad efterfrågan på ren HVO kan också leda till prisökningar på "vanlig" låginblandad diesel vilket i sig har en dämpande effekt på bränsleförbrukningen hos alla fordon som tankar diesel. Om priset på HVO stiger kan det också innebära att kostnaderna för att ställa upphandlingskrav på HVO stiger - skattenedsättningen klarar då inte längre att täcka merkostnaden för HVO jämfört med fossil diesel. En prisökning på HVO leder i såna fall till att kostnaden i upphandlingen stiger men ger också ökade incitament för entreprenören att välja bränslesnåla maskiner och arbetsmetoder.

## 2.2 BEHOV AV KOMPLETTERANDE STYRMEDEL

Det kan finnas skäl att komplettera drivmedelsskatten med andra styrmedel. I vissa fall finns det andra marknadsmisslyckanden som gör att utsläppsminskningar inte kommer till stånd trots en koldioxidskatt. Ett sådant exempel kan vara att forskning och utveckling (FoU) kan ha överspillningseffekter som gör att en uppfinning kan komma fler till godo än den som stått för investeringen vilket riskerar att leda till att för lite FoU kommer till stånd jämfört med vad som vore samhällsekonomiskt motiverat. Exempelvis för utveckling av arbetsmaskiner med låg bränsleförbrukning kan denna effekt uppstå då det inte bara är det företag som står för utvecklingskostnaden som kommer att dra nytta av framstegen som görs. För enskilda företag kan det vara mer rationellt att avvakta och låta konkurrenterna ta utvecklingskostnaderna än att själva satsa medel på utveckling av t ex elektrifierade drivlinor. Inte bara teknikutveckling är förknippat med kostnader utan även användande av ny teknik innebär inledningsvis lärlkostnader. Arbetsmaskiner som fungerar på andra sätt, t ex med andra drivmedel eller med eldrift, kan behöva nya rutiner och utbildning av de anställda. För en enskild entreprenör kan det på samma sätt vara rationellt att avvakta och låta andra göra nybörjarmissstagen, för att sedan själv börja använda den nya tekniken när man fått se att och hur det fungerar och att det finns andra nöjda användare.

Det kan också finnas nätverksexternaliteter som motiverar offentligt stöd till ny teknik. Dessa uppstår när ytterligare användare av en teknik gynnar redan befintliga användare. Fler användare av arbetsmaskiner som använder alternativa drivmedel skulle t ex möjliggöra fler tankställen för dessa drivmedel vilket gynnar övriga användare. Ju fler arbetsmaskiner med alternativa drivmedel desto lättare och billigare blir det att distribuera dessa drivmedel. Det finns också ett samspel mellan tillgången på drivmedel och maskiner eller fordon som kan använda dessa drivmedel.

När det gäller just arbetsmaskiner finns ytterligare ett skäl till att drivmedelsbeskattningen inte får genomslag fullt ut på valet av arbetsmaskin. Detta beror på att det saknas officiella värden för energianvändning för

arbetsmaskiner. Medan personbilar testas enligt en bestämd körcykel där bränsleförbrukningen mäts så finns inga sådana officiella tester för arbetsmaskiner. Det kan därmed vara svårt för en tillverkare av arbetsmaskiner att lyckas övertyga sina kunder om att en utlovad bränslebesparing genom ny teknik verkligen kommer att motsvaras av lägre drivmedelskostnader i verksamheten. Detta informationsmisslyckande försvårar introduktionen av bränslesnåla arbetsmaskiner.

Stadens styrmedel för att minska utsläppen från arbetsmaskiner kan motiveras av två olika skäl; att få minskade utsläpp från sin egen verksamhet men också att stimulera en teknikutveckling som på sikt kan leda till minskade utsläpp även utanför stadens gränser.

## 3 ANVÄNDNING AV ARBETSMASKINER I STOCKHOLMS STAD

Inom Stockholms stad används arbetsmaskiner och drivmedel inom flera olika typer av verksamheter. I vissa fall köper staden själva in både maskiner och drivmedel men huvuddelen av användningen sker endera inom verksamheter där staden upphandlar aktiviteter där arbetsmaskiner används eller verksamheter där privata aktörer utan inblandning från staden använder arbetsmaskiner.

### 3.1 NYBYGGNATION

En källa till koldioxidutsläpp från arbetsmaskiner är exploatering där man bygger bostäder och lokaler samt skapar nya gator och gräver ner ledningar. Arbetsmaskiner används på uppdrag av flera olika beställare, både inom staden och utanför staden, vilket gör det svårt att få en helhetsbild över hur stor drivmedelsförbrukning som härrör från arbetsmaskiner vid exploatering.

Vid förtätning, när man uppför enskilda hus, används arbetsmaskiner främst för markarbeten på den tomt som ska bebyggas. När det gäller större stadsutvecklingsprojekt där man skapar nya stadsdelar tillkommer arbeten med gatunät och ledningsarbeten när avloppsledningar, vattenledningar och el ska dras fram.

Det har inte varit möjligt att ta fram uppgifter kring hur mycket drivmedel som förbrukas totalt i Stockholm av arbetsmaskiner för nybyggnation.

Livscykelberäkningar gällande uppförande av bostadshus innefattar enbart drivmedelsförbrukning som är relaterad direkt till uppförandet av hus och inte den drivmedelsförbrukning som beror på ledningsarbeten eller nya gatunät. Dessa livscykelberäkningar baseras på fallstudier och omfattningen av markarbeten varierar kraftigt beroende på markförhållande.

Svenska miljöinstitutet IVL (2016) drar slutsatsen gällande uppförandet av ett flerbostadshus i trä är att en stor del av utsläppen av diesel är kopplade till schaktning och bortforsling av schaktmassor. När markplattan är gjuten och huset ska resas är däremot utsläppen från just arbetsmaskiner ett mindre problem. Baserat på uppgifter i Svenska miljöinstitutet IVL (2016) är

dieselförbrukningen för just detta fall mellan 240 och 340 liter per lägenhet för markarbeten och ytterligare ca 75 liter per lägenhet för själva byggprocessen<sup>2</sup>. Det bränsle som förbrukas vid arbeten utanför tomtmarken, t ex ledningsarbeten och markarbeten för gator och allmänna platser tillkommer. I beräkningen ingår enbart bränsleförbrukningen från arbetsmaskiner och inte bränslet till de lastbilar som används för att transportera schaktmassor.

Arbetsmaskiner används både direkt på uppdrag av staden och på uppdrag av byggherrar. Vid stadsutvecklingsprojekt där större områden bebyggs samlar staden ofta hand om grundläggande markarbeten inklusive sanering för att därefter överlämna en i princip byggklar tomt till byggherren. I andra fall ansvarar byggherrarna själva för det markarbeten som görs på tomten. I de fall då staden själv ansvarar för markarbeten har staden möjlighet att via upphandlingskrav ställa krav på de arbetsmaskiner och drivmedel som används. Detta gäller främst för större stadsutvecklingsprojekt både genom att staden då genomför en del av markarbetena på tomtmarken och genom att det då görs markarbeten i form av ledningsarbeten och gatuarbeten på uppdrag av staden.

En hel del av det markarbete som ska göras kommer dock att göras direkt på uppdrag av byggherrarna. Om marken ägs av staden och markanvisas till en byggherre har staden dock vissa möjligheter att i markanvisningen ställa krav på t ex miljöegenskaper i byggandet. Man skulle här kunna ställa krav på arbetsmaskiner och drivmedel. Masshantering och logistik på byggplatsen har betydelse för hur mycket drivmedel som förbrukas av arbetsmaskiner vid markarbeten. Det är möjligt att man även skulle kunna utforma krav inom detta område.

I de fall då byggherrarna själva upphandlar markarbeten och där ingen markanvisning sker från staden är möjligheterna för staden att påverka användningen av arbetsmaskiner små. Ett potentiellt framtida styrmedel är om arbetsmaskiner skulle omfattas av miljözonsbestämmelserna. I sådana fall kunde staden genom miljözonsbestämmelserna ställa krav på samtliga arbetsmaskiner inom ett geografiskt område. Idag omfattas dock inte arbetsmaskiner av miljözonsreglerna.

Tabell 1. Antal planerade bostäder i Stockholm. Källa: Stockholm stad.

	Beräknat antal lägenheter (andel i portföljen)	Möjligt styrmedel
Större stadsutvecklingsprojekt på stadens mark	33 887 (28 %)	Upphandlingskrav och markanvisning
Mindre projekt på stadens mark	59 645 (50 %)	Krav vid markanvisning
Projekt på privatägd mark	26 077 (22 %)	Generella krav inom ett geografiskt område - t ex miljözoner
Summa	119 609	

<sup>2</sup> Olika uppgifter finns i bilaga över dieselanvändning per arbetsmoment och sammanställt i själva rapporten vilket förklarar spannet.

Tabell 1 visar att av de ca 120 000 bostäder som finns i stadens bostadsportfölj och som alltså planeras de närmaste 20 åren är det ungefär 28 procent som tillhör större stadsutvecklingsprojekt där staden kan välja att själv stå för markarbeten. För dessa bostäder är upphandlingskrav ett möjligt styrmedel. Hälften av lägenheterna tillhör bostadsprojekt som sker på stadens mark och därmed markanvisas men som inte tillhör de större stadsutvecklingsprojekten. För dessa lägenheter är krav vid markanvisningen det styrmedel som står till buds. För de ca 22 procent av bostäderna som ingår i projekt på privatägd mark kan staden enbart styra genom att ställa generella krav, t ex i form av miljözoner som inkluderar även arbetsmaskiner.

### 3.2 KYRKOGRÅRDSFÖRVALTNINGEN

Kyrkogårdsförvaltningen i Stockholms stad är en av få förvaltningar som själva köper in både arbetsmaskiner och drivmedel. Kyrkogårdsförvaltningen har hand om elva kyrkogårdar där Norra begravningsplatsen och Skogskyrkogården är de två största. Sammantaget sköter kyrkogårdsförvaltningen 235 hektar gravmark med sammantaget ca 200 000 gravplatser. På begravningsplatserna används arbetsmaskiner för grävning av gravar och skötsel av främst gräsytor. För att sköta de stora gräsytor som finns vid kyrkogårdarna äger staden ca 40 åkgräsklippare samt ett antal handdrivna gräsklippare, trimmerredskap och andra handhållna redskap. Staden äger också 8 grävmaskiner och 2 traktorgrävare samt ett 20-tal traktorer.

För handhållna redskap som gräsröjare, häcksaxar och lövblåsar finns det idag fungerande eldrivna alternativ. Successivt försöker kyrkogårdsförvaltningen att fasa ut äldre bensindrivna handhållna redskap och de nya redskap som köps in är huvudsakligen eldrivna.

När det gäller åkgräsklippare finns det idag inga eldrivna alternativ som klarar de krav på åktid som finns på kyrkogårdarna. Även när det gäller traktorer och grävmaskiner saknas det alternativ till dieseldrivna maskiner.

Idag används huvudsakligen diesel av fossilt ursprung men en övergång till HVO planeras. För alkylatbensin saknas dock biobaserade alternativ i dagsläget. Vid de kyrkogårdar som drivs av Stockholms stad förbrukas årligen ca 53 m<sup>3</sup> diesel och 24 m<sup>3</sup> alkylatbensin.

Eftersom staden själv köper in både arbetsmaskiner och drivmedel har staden stora möjligheter att välja maskiner och drivmedel med goda miljöegenskaper. Staden är dock hänvisad till de maskiner och drivmedel som finns tillgängliga på marknaden - man är en för liten inköpare för att kunna påverka utbudet.

### 3.3 DRIFT OCH UNDERHÅLL AV GATOR

Skötseln av parker och gator upphandlas, endera av Stockholms stads trafikkontor eller av de olika stadsdelarna. Det innebär att staden ställer krav på själva funktionen - t ex att parken ska vara städad eller gatan snöröjd - men däremot inte är direkt inblandad i inköp av arbetsmaskiner och drivmedel. I en upphandling är det däremot möjligt att ställa krav på t ex

minsta tillåtna miljöprestanda för de maskiner som används men själva valet av maskin görs av entreprenören.

Staden har i dagsläget ingen möjlighet att följa upp användningen av arbetsmaskiner för drift och underhåll eftersom kontraktet är utformat som funktionsentreprenader där det är resultatet, t ex i form av snödjup, som avtalen rör snarare än t ex antalet maskintimmar för snöröjning. Eftersom det saknas lättillgängliga uppgifter över hur stora ytor som varje entreprenad täcker är det också svårt att med hjälp av nyckeltal uppskatta bränsleförbrukningen från arbetsmaskiner som används för drift och underhåll. En försvårande omständighet för möjligheten att samla in uppgifter om bränsleförbrukning är att entreprenörerna ofta också arbetar åt andra beställare i samma område. Det är därmed svårt att särskilja vilket bränsle som under en arbetsdag har förbrukats i verksamhet som upphandlats av staden.

### 3.4 ÅTERVINNINGSCENTRALER

Vid återvinningscentralerna används främst hjullastare (6 st) och truckar (4 st). Verksamheten upphandlas vilket innebär att staden själva inte gör några inköp av vare sig arbetsmaskiner eller drivmedel. Stadens generella upphandlingskrav används och dessutom ställs krav på förnyelsebara hydrauloljor men det ställs inga särskilda krav på de drivmedel som används.

Bränsleförbrukningen vid återvinningscentralerna ser ut som följer enligt de underlag som staden gett:

Tabell 2. Årlig bränsleförbrukning vid återvinningscentraler i staden.

ÅVC	Antal m <sup>3</sup> dieselbränsle	Kommentar
Bromma och Lövsta	68	RME/HVO100. Används till lastväxlar och arbetsmaskiner
Roslagstull	2,5	Framgår ej om det inkluderar lastväxlare
Sätra	7,5	För hjullastare
Vantör och Trädgård	16	För hjullastare
Östberga	5	Lastmaskin

### 3.5 DRIFT OCH UNDERHÅLL AV VATTEN- OCH AVLOPPSLEDNINGSNÄTEN

De grävmaskiner som används för att sköta vattenledningsnätet och avloppsnetet upphandlas via ramavtal tillsammans med förare som arbetar i arbetslag tillsammans med stadens egna anställda. I det nuvarande avtalet kan staden begära in uppgifter om bränsleförbrukning men statistiken är svår att tolka. Förutom de maskiner som används i driften så används arbetsmaskiner även vid investeringar i ledningsnätet, t ex i stadsutvecklingsprojekt. Några enstaka arbetsmaskiner ägs av staden, främst på vattenverken. För dessa maskiner köper staden själv in drivmedel och använder då dieselbränsle med särskilt låga utsläpp av kvävedioxid och cancerogena ämnen (EcoPar) samt alkylatbensin. Vi har inte fått tillgång till

uppgifter om total bränsleförbrukning för arbetsmaskiner för drift och underhåll av ledningsnäten.

### 3.6 ÖVRIG ANVÄNDNING AV ARBETSMASKINER

Förutom ovan beskrivna områden där arbetsmaskiner används i staden finns ett antal ytterligare användningsområden. T ex används arbetsmaskiner för skötsel av trädgårdar och andra grönytor utöver det som upphandlas av staden, t ex gräsklippning hos privata fastighetsägare. Fastighetsbolag med staden som ägare upphandlar också skötsel av grönytor där arbetsmaskiner används. Staden har också hand om enskilda arbetsmaskiner som inte tas upp i rapporten, exempelvis ismaskiner vid ishallar och dieseldrivna truckar i hamnverksamheten. Hur stor bränsleförbrukning som dessa övriga användningsområden ger upphov till har vi inga uppgifter om.

### 3.7 DRIVMEDELSFÖRBRUKNING I STADEN

Det saknas uppgifter för att vi ska kunna göra en fullständig beräkning av drivmedelsförbrukningen hos arbetsmaskiner som används i Stockholm. Att det är så svårt att få fram uppgifter om bränsleförbrukning försvårar analysen av vilken potential som specifika åtgärder har. När vi jämför de förbrukningssiffror som vi fått tillgång till ser vi dock att dieselanvändningen vid exploatering av bostäder sticker ut jämfört med de övriga betydligt mindre källorna. Bra utformade styrmedel som påverkar utsläppen vid exploatering kan därmed få en relativt stor inverkan på stadens totala utsläpp.

Tabell 3. Utsläpp i staden och möjliga styrmedel

Område	Antal m <sup>3</sup> diesel eller alkylatbensin per år	Möjligt styrmedel
Större stadsutvecklingsprojekt på stadens mark - bostäder*	530-700	Upphandlingskrav
Mindre projekt på stadens mark - bostäder*	950-1250	Markanvisning
Projekt på privatägd mark - bostäder*	420-550	Ev. miljözoner
Gatu- och ledningsarbeten vid nybyggnation	-	Upphandlingskrav
Byggande av lokaler	--	
Kyrkogårdsförvaltningen	80	Inköppolicy
DoU gator	-	Upphandlingskrav
Återvinningcentraler	100	Upphandlingskrav
DoU ledningsnätet	-	Upphandlingskrav
Övrig användning av privata aktörer	-	Ev. miljözoner

\*Antar 6 000 lägenheter per år - dvs 120 000 lägenheter 2017-2037 fördelat på de tre grupperna enligt Tabell 1.



## 4 ARBETSMASKINER IDAG OCH MÖJLIGA UTVECKLINGSVÄGAR

Det finns flera möjliga vägar för att minska utsläppen från arbetsmaskiner. Vissa av dessa finns redan tillgängliga medan andra är långt bort. I detta avsnitt går vi igenom de tekniska lösningar som är möjliga och diskuterar dem utifrån ett antal aspekter: deras potential att minska utsläppen för enskilda maskiner, deras effekt på driftsekonomin, vad det är för utvecklingsinsats som krävs för att få dem kommersiella samt vilka drivkrafter som finns för att utveckla de olika spåren i form av storleken på potentiella marknader.

Så som beskrivs i kapitel 2 finns tre huvudsakliga principer för att minska utsläpp från arbetsmaskiner.

1. Effektivare energiutnyttjande i arbetsmaskinerna
  - Energieffektivisering av dagens dieseldrivna arbetsmaskiner
  - Övergång till hybridiserade arbetsmaskiner
  - Övergång till helt elektrifierade arbetsmaskiner
2. Övergång till drivmedel med lägre utsläpp av växthusgaser
  - Bränslebyte - dagens arbetsmaskiner använder drivmedel med lägre utsläpp av växthusgaser än fossil diesel
  - Nya drivmedel - arbetsmaskiner med förbränningsmotorer som kan drivas med andra drivmedel än diesel.
3. Minska utsläppen från arbetsmaskiner är genom att minska användningen av dem – t ex genom bättre planering och logistik på arbetsplatsen.

De vägar till utsläppsminskning som vi går igenom i det här avsnittet är det som rör effektivare energiutnyttjande i maskinerna och övergång till drivmedel med lägre utsläpp av växthusgaser. Dessa beskrivs närmare i Tabell 4.

Tabell 4. Vägar till utsläppsminskning

Väg till utsläppsminskning	Förklaring
<b>Energieffektivisering</b>	Energieffektivisering av dagens arbetsmaskiner med dieselmotor
<b>Hybridisering</b>	Hybridisering innebär att maskinen har flera kraftkällor. I praktiken innebär detta att maskinens förbränningsmotor kompletteras med en eller flera elmotorer. Dessa motorer drivs antingen med energi som annars hade gått förlorad, genom att batterierna laddas med en extern kraftkälla eller en kombination av dessa
<b>Elektrifiering</b>	Elektrifiering innebär att förbränningsmotorn i arbetsmaskinen helt ersätts med elmotorer
<b>Bränslebyte</b>	Dagens arbetsmaskiner med dieselmotor använder drivmedel med lägre utsläpp av växthusgaser - t ex HV
<b>Nya drivmedel</b>	Arbetsmaskiner som kan drivas med höginblandade biodrivmedel som ED95, DME eller biogas som kräver anpassning av motorn

Utöver att påverka arbetsmaskinerna och det drivmedel som används kan utsläppen från arbetsmaskiner minskas genom att själva användandet av maskinerna förändras. Vid byggande av nya bostadsområden härrör en stor del av arbetsmaskinernas utsläpp från markarbeten. Genom att bygga på ett annorlunda sätt, med mindre schaktning av massor, kan utsläppen från arbetsmaskiner minska. På samma sätt kan förbättrad logistik på byggarbetsplatsen minska antalet förflyttningar av massor och förändrat arbetssätt kan minska tomgångskörningen. Även val av rätt arbetsmaskin för den aktuella uppgiften i fråga om storlek och redskap kan minska drivmedelsförbrukningen. Det finns stora kostnadsbesparingar för byggherren eller huvudentreprenören att göra genom att minska onödig bränsleförbrukning från arbetsmaskiner genom en smartare användning.

## 4.1 ENERGIEFFEKTIVISERING AV MASKINER

Denna utvecklingsväg innebär att dagens maskiner energieffektiviseras inom ramen för befintlig teknik. Detta innebär att göra stegvisa förändringar av motorer och övriga delar av maskinen som gör att bränsleförbrukningen minskar. Eftersom den dominerande tekniken för större maskiner är dieselmotorer och för mindre maskiner bensinmotorer är det dessa tekniker som förbättras genom att motorerna effektiviseras och anpassas för den uppgift de ska utföra.

Det är inte bara effektiviteten i motorn som kan förbättras. Interaktionen mellan maskin och underlag är ett område där tester i skogsindustrin visat att det finns potential att spara mycket bränsle<sup>3</sup> även om den typ av arbete som sker i skogsindustrin kanske är svårt att direkt översätta till entreprenad- och hushållssektorn. Trafikverket (2012) menar ändå att potentialen är upp till 10 procent i anpassat däcktryck. Effektiviteten i hydrauliken är även det ett område där det kan finnas stor potential. Verkningsgraden mellan motor och skopa i en grävmaskin är t.ex. endast drygt 20 procent där det uppstår stora förluster i själva hydrauliksystemet. Genom att förbättra hydrauliken antingen genom att förbättra funktionaliteten i den eller genom ett större tekniksprång finns stor potential. Den största potentialen finns emellertid i att byta ut delar av hydrauliken mot elkomponenter, dvs genom hybridisering. Ett sista område är interaktionen mellan redskap och materialet där en effektiv interaktion mellan t.ex. skopa och jord kan minska energiförbrukningen.

Eftersom utvecklingen sker inom ramen för den befintliga tekniken är potentialen begränsad, en dieselmotor kan inte bli hur effektiv som helst. Trafikverket (2012) bedömde att potentialen i energieffektivisering av motorkomponenterna är 20-30 procent. En del av denna potential är antagligen redan utnyttjad men en del av potentialen finns säkert kvar. Hos fordonstillverkare finns dessutom stora utvecklingsorganisationer vars huvudsakliga område är just dieselmotorn. Sannolikt kommer det kräva många utvecklingstimmar för att realisera potentialen men omställningskostnaderna är antagligen låga. Potentialen att förbättra hydrauliken med hjälp av bättre hydraulik och mer avancerade styrsystem bedöms vara ca 15 procent<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> <http://www.skogforsk.se/nyheter/2016/banddrivet-fordon-kanrevolutionera-terrangtransporterna/>

<sup>4</sup> Uppgift från tillverkare

Alla dessa åtgärder påverkar driftsekonomi i positiv riktning då det minskar bränsleförbrukningen. Det är också en fördel att mycket av den teknikutveckling som sker bärs av långa serier i fordonsindustrin, i synnerhet gäller detta för de effektiviseringar som sker i motorerna. De utsläppsminskningar dessa förbättringar ger upphov till kommer dessutom alla arbetsmaskiner till del vilket innebär att det finns en stor marknad för tillverkarna att sälja de nya, bättre maskinerna på.

## 4.2 HYBRIDISERING

Hybridisering innebär att maskinen har flera kraftkällor för att utföra det arbete den ska utföra. I praktiken innebär detta att maskinens förbränningsmotor kompletteras med en eller flera elmotorer. Dessa motorer drivs antingen med energi som annars hade gått förlorad, genom att batterierna laddas med en extern kraftkälla eller kombinationer av de två. Genom hybridisering är det möjligt att göra betydande energi- och drivmedelsbesparingar. Larsson (2012) beräknar energibesparingspotentialen till 60 procent i hjullastare. Trafikverket (2012) har en mer konservativ bedömning på 10-35 procent för hjullastare och 25-40 procent för grävmaskiner. Volvo rapporterar om 50 procentiga bränslebesparingar i den hybridhullastare som de har i prototypstadiet <sup>5</sup>.

Potentialen till energibesparing och utsläppsminskningar är alltså betydande, vilket också har positiva effekter på driftsekonomi. Hybridiseringen ställer dock krav på energilagring i form av batterier vilket ökar kapitalkostnaderna för maskinerna. Att ersätta t.ex. hydraulik med elmotorer innebär också att underhållskostnader kan minska tack vare mindre rörliga delar (WSP 2017).

Att hybridisera arbetsmaskiner innebär emellertid betydande utvecklingsarbete. Hybridiseringen innebär att maskinen får fler motorer med mer specialiserade arbetsområden, till skillnad från en konventionell maskin där en motor driver hela maskinen. Dessa nya motorer möjliggör en mer precis styrning av enskilda delar av maskinen men detta ställer i sin tur krav på en ny maskinarkitektur och nya komponenter vilket innebär stora utvecklingskostnader. Det är också möjligt att tänka sig en mindre hybridisering vilken skulle innebära mindre krav på nya komponenter och ny maskinarkitektur men också mindre besparingar.

När hybridtekniken blir kommersiell kommer den dock kunna appliceras på många typer och storlekar av arbetsmaskiner och då det inte krävs någon ytterligare infrastruktur i form av t ex tankställen kan tekniken användas var som helst i världen. Detta gör att marknadspotentialen för denna teknik är mycket stor.

## 4.3 ELEKTRIFIERING

Elektrifiering innebär att förbränningsmotorn i arbetsmaskinen helt ersätts med elmotorer. Idag finns det helt elektrifierade arbetsmaskiner som konkurrerar med konventionella i flera segment. Det är i första hand små

---

<sup>5</sup> <http://www.infrasverige.se/produktnyheter/elektrifiering-i-entreprenadmaskiner-ar-branschens-framtid-sager-volvo-construction-equipment>

arbetsmaskiner så som gräsklippare och motorsågar men också större maskiner så som truckar är elektrifierade i de mindre segmenten.

Elektrifierade arbetsmaskiner har fördelen att de kan användas inomhus då de inte ger upphov till några avgasutsläpp. Det finns idag mindre hjullastare, grävmaskiner och dumprar som är helt elektrifierade och anpassade just för arbeten inomhus.<sup>6</sup> För maskiner i de lite större segmenten är utbudet av elektrifierade maskiner dock ytterst begränsat.

De helt elektrifierade hjullastare som finns förekommer nästan uteslutande i gruvor där emissionsfria maskiner innebär att kostnaderna för ventilation minskar. Där förekommer de både i utförande med sladd och med batteri. De batteridrivna hjullastare som förekommer under jord är avsevärt dyrare än sina motsvarigheter med förbränningsmotor. Skillnaden består i huvudsak av höga kostnader för batterier. Även grävmaskiner förekommer i utföranden med sladd. Dessa är emellertid ovanliga.

Genom att helt elektrifiera arbetsmaskinerna och ersätta både förbränningsmotorn och hydrauliken kan energieffektiviteten öka betydligt. Inom gruvindustrin finns både hjullastare med konventionell och elektrifierad drivlina, hydrauliken är dock fortfarande kvar. De elektrifierade motsvarigheterna uppges ha 80 procent lägre energiförbrukning<sup>7</sup>.

Elektrifieringens påverkan på driftsekonomin består inte bara i högre effektivitet och lägre bränslekostnader. Förväntningen är att elektrifieringen ska leda till färre rörliga komponenter och därigenom lägre underhållskostnader.

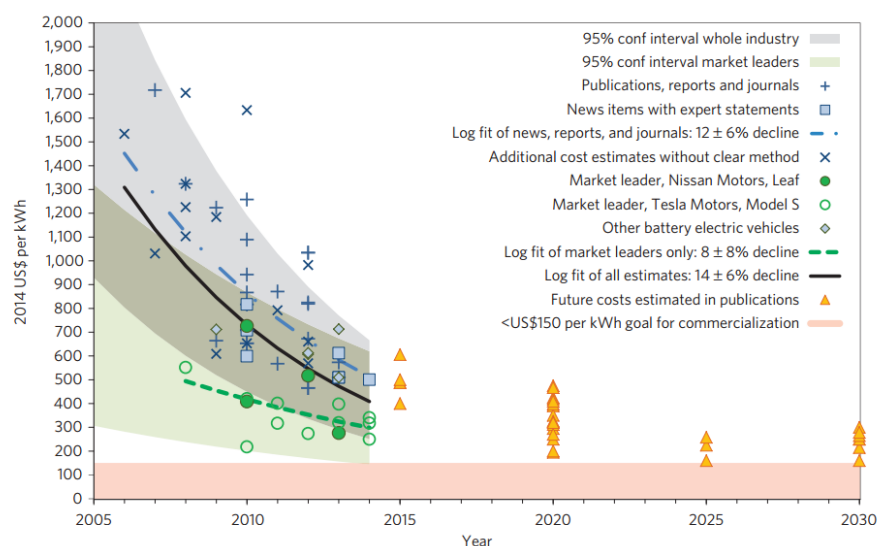
En stor kostnad för elektrifierade produkter är emellertid kostnaden för energilagringen – batterierna. Batterikostnaden är helt avgörande för att elektrifierade maskiner ska bli kommersiellt gångbara och utvecklingskostnaden för dessa utgör en stor del av utvecklingskostnaderna för maskinerna i sin helhet. Utvecklingen av batterier sker emellertid inte i arbetsmaskinsbranschen utan i första hand i personbils-, energi- och elektronikbranschen. I dagsläget är batterierna helt enkelt för dyra för att det skulle vara kommersiellt gångbart att tillverka helt elektrifierade arbetsmaskiner i alla segment.

I figuren nedan visas hur kostnaden för batterier förväntas utvecklas över tid. Nykvist och Nilsson (2015) menar att för elbilar krävs att kostnaden per kWh behöver falla till 150 dollar, något som enligt deras metastudie förväntas hända någon gång efter 2025. Först när batteritekniken blir kostnadseffektiv ibland personbilarna kan introduktionen i arbetsmaskiner förväntas ske.

---

<sup>6</sup> Se t ex de maskiner som säljs av Wacker Neuson, <http://eco.wackerneuson.com/sv/home/eco-produkter/utslaeppsfri/>

<sup>7</sup> [https://www.atlascopco.com/content/dam/atlas-copco/mining-and-rock-excavation-technique/underground-rock-excavation/documents/scooptram-st7-battery/9851356601\\_L.pdf](https://www.atlascopco.com/content/dam/atlas-copco/mining-and-rock-excavation-technique/underground-rock-excavation/documents/scooptram-st7-battery/9851356601_L.pdf)



Figur 1- Kostnadsutveckling batterier (Nykvist & Nilsson 2015)

Oberoende av kostnadsutvecklingen hos batterierna krävs utveckling av de nya komponenter och förändring av maskinarkitektur som diskuterades i avsnittet om hybridisering. Även detta kräver ett omfattande utvecklingsarbete av både tekniken och produktionen. Elektrifierande maskiner kommer därför nå marknaden efter hybridiserade maskiner.

Elektrifiering genom bränsleceller där t ex vätgas används som bränsle för att skapa elektricitet är också ett tänkbart alternativ. Flera maskintillverkare är intresserade av bränslecellsteknik även om utvecklingen på detta område inte har kommit så långt.

Marknadspotentialen för elektrifierade arbetsmaskiner är mycket god på de platser där elnätet är väl utbyggt. I industrialiserade länder är potentialen därför stor. Stora delar av världen har idag inte en förutsägbar elförsörjning och i dessa delar är flytande bränslen mer pålitliga. Det är möjligt att innovationer i t.ex. solcellsindustrin fram till dess gör elen mer tillgänglig och dessutom mer förnybar.

#### 4.4 BRÄNSLEBYTE

Idag är det möjligt att blanda in HVO i diesel till arbetsmaskiner i valfri inblandningsgrad upp till 100 procent, s k HVO100. Arbetsmaskiner godkänns nämligen vanligtvis för en bredare dieselkvalité än den svenska MK1-kvalitén (EN590). Den dieselkvalité som arbetsmaskiner oftast godkänns för (ASTM D975) rymmer hundraprocentig HVO. HVO tillverkas ur vegetabiliska oljor från t.ex. massaindustrin eller animaliska oljor från t.ex. slakteriavfall. Användning av HVO med bäst klimatprestanda innebär en stor utsläppsminskning på uppemot 90 procent jämfört med användning av helt fossil diesel. Däremot förändrar inte en övergång till HVO utsläppen av kväveoxider och partiklar. Även B100<sup>8</sup> rymms inom ASTM D975-standarden men maskintillverkarna är betydligt mer negativt inställda till användning av B100 än HVO vilket gör att en övergång till HVO är troligare än till B100.

<sup>8</sup> B100 är biodiesel som består av RME (Rapsmetylester) eller andra fettmetylsyror som går in under begreppet FAME. B100 omfattas inte heller av MK1-dieselkvalitén EN590 utan har en egen standard (EN14214).

Eftersom HVO inte kräver någon anpassning av motorer kan utsläppen minskas direkt utan några utvecklingskostnader för nya typer av arbetsmaskiner.

Problemet med en övergång till HVO för arbetsmaskiner ur ett systemperspektiv är att råvarubasen för HVO med låga växthusgasutsläpp är minst sagt begränsad. Utbudet av HVO med goda klimategenskaper och som klarar svenska krav på köldegenskaper är mycket begränsat och förväntas fortsätta vara det under kommande år. Det blir därför en relevant fråga hur man allokerar den tillgängliga HVO:n så att största klimatnytta uppstår till minsta kostnad. Även om användning av ren HVO inte innebär några kostnader för modifieringar av motorn så är ändå användning av ren HVO förknippad med högre kostnader än låginblandning av HVO på grund av högre kostnader för distribution och tankställen. Den HVO som används ren i t ex arbetsmaskiner skulle alltså kunna användas inblandat i vanlig diesel till en lägre kostnad men med samma utsläppsreduktion.

HVO är idag helt skattebefriad vilket gör att priset för konsumenten är ungefär detsamma som priset på fossil diesel<sup>9</sup>. Även med den föreslagna reduktionsplikten kommer ren HVO att vara fortsatt skattebefriad. Genom att priset per liter för HVO är snarlik priset på fossil diesel och bränsleförbrukningen är densamma påverkas inte driftsekonomi av användning av HVO. Den merkostnad som tillverkning av HVO medför jämfört med fossil diesel står idag staten för i form av minskade intäkter från drivmedelsskatt.

Det faktum att HVO går att använda i samtliga dieseldrivna arbetsmaskiner gör att potentialen på ett plan är stor. Samtidigt sätter den begränsade tillgången på HVO gränser för vilka utsläppsminskningar som är möjliga på ett globalt plan genom användning av HVO. Sammantaget är därför marknadsstorleken liten.

## 4.5 NYA DRIVMEDEL

Nya drivmedel innebär att arbetsmaskiner anpassas för att kunna köras på olika typer av rena eller höginblandade biodrivmedel som inte uppfyller bränslespecifikationer för diesel eller bensin. Exempel på biodrivmedel som kräver anpassade motorer är ED95 (etanol), DME (dimetyleter) och biogas. Det finns idag traktorer som går att köra på biogas men för övriga maskintyper finns det i princip enbart enstaka maskiner som tagits fram i demonstrationssyfte.

En övergång till biodrivmedel i anpassade motorer skulle kunna ge relativt stora utsläppsminskningar under förutsättning att man använder biodrivmedel med god klimatprestanda. På sikt är tillgången på biodrivmedel med låga utsläpp en begränsande faktor - ökad efterfrågan på biomassa och styrmedel både i Sverige och utomlands ökar konkurrensen om de "bästa" biodrivmedlen och deras råvaror.

Det finns lastbils- och bussmotorer som är anpassade för ED95, RME/FAME samt användning av biogas, endera i ottomotorer eller tillsammans med diesel i form av metan-diesel teknik. Utvecklingen av dessa motortyper har

---

<sup>9</sup> Pris för Preems företagskunder, HVO100 13,65 kr/liter och "vanlig" diesel 13,45 kr/liter medan Circle K har samma pris, 13,49 kr/liter för HVO100 och vanlig diesel 2017-06-30 enligt företagets hemsidor.

skett till följd av krav från t ex trafikhuvudmän och andra offentliga beställare. Det är dock inte bara att stoppa in t ex en ED95-anpassad lastbilmotor i en arbetsmaskin utan det krävs en hel del utvecklingsarbete för att ta fram arbetsmaskiner som kan drivas med alternativa drivmedel. Utvecklingsinsatsen är dock relativt begränsad jämfört med den utvecklingsinsats som krävs för både hybridisering och elektrifiering.

En nackdel med denna utvecklingsväg är att den inte innebär någon energieffektivisering. Snarare finns en risk för att energiförbrukningen per arbetsmoment ökar när man ersätter en energieffektiv dieselmotor med andra motortyper där man inte lagt samma resurser på motorutveckling.<sup>10</sup> Detta riskerar att ge högre driftskostnader. Av detta skäl finns det ingen drivkraft i form av lägre driftskostnader för att ta fram arbetsmaskiner med anpassade motorer. Utan styrmedel, t ex i form av upphandlingskrav, kommer tillverkarna inte att utveckla arbetsmaskiner anpassade för t ex ED95 eller biogas.

En viktig fråga för kostnaderna per maskin är i vilken utsträckning som denna utvecklingsväg är relevant utanför Sverige. Intresset för användning av höginblandade biodrivmedel i anpassade motorer bedömer vi i nuläget vara svagt utanför Sverige. Det finns därför stor risk att utvecklingskostnaden behöver bäras av de maskiner som säljs inom landet och att teknikspridningseffekterna blir små. Om marknaden för arbetsmaskiner med anpassade motorer är liten kommer också små resurser att läggas på motorutveckling för ökad energieffektivitet för dessa motorer. Detta riskerar att leda till sämre energieffektivitet än vad som är fallet för dieselmotorer där många utvecklingstimmar har lagts på att minska bränsleförbrukningen.

Ytterligare något som ligger arbetsmaskiner med anpassade motorer i fatet är att de enbart fungerar med det aktuella drivmedlet. Detta innebär en risk om tillgången på det aktuella drivmedlet minskar på grund av att det blir utkonkurrerat av andra och billigare biodrivmedel. Entreprenörer riskerar då att stå med maskiner som de har svårt att bränsleförsörja. Att driva maskiner på biogas kräver förutom anpassning av motorn utrymme för lagring i form av tankar. Detta kräver i sin tur arbete på maskinen utanför motorn vilket är kostsamt.

## 4.6 DRIVKRAFTER OCH POTENTIALER

För att kunna svara på frågan om vilka möjligheter att minska utsläppen som finns idag och i framtiden behöver man veta vilken teknik som kommer finnas i närtid och vilken som är längre bort. På grund av arbetsmaskinssektorn inte är lika långt fram och inte lika publik som personbils- och lastbilssektorn tvingas vi göra en bedömning av när olika tekniker kommer nå marknaden.

I tabellen nedan sammanställs de utvecklingsvägar som redogjorts för ovan enligt de fyra aspekter som berörts.

---

<sup>10</sup> Erfarenheter från konvertering av traktor till metan-diesel teknik visar t ex på en ökad energiförbrukning.  
[http://www2.jordbruksverket.se/download/18.2da8616d1542c4a496693d75/1461151978334/ra15\\_23v2.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/download/18.2da8616d1542c4a496693d75/1461151978334/ra15_23v2.pdf)



- "Utsläppsminskning" avser den minskning av utsläppen utvecklingsvägen innebär per maskin där tekniken ersätter konventionell dieseldrift.
- "Driftsekonomi" avser den minskning av driftskostnaderna per maskin tekniken förväntas innebära relativt konventionell diesel.
- "Utvecklingsinsatsen" beskriver hur stor utvecklingsinsats som krävs för att tekniken ska bli kommersiell.
- "Marknadsstorlek" beskriver i hur många maskiner tekniken kan användas.

Tabell 5. Sammanställning av utvecklingsvägar

	Bränslebyte	Effektivisering av maskiner	Nya drivmedel	Hybridisering	Elektrifiering
<b>Utsläppsminskning</b>	Stor	Medel	Medel/stor	Medel/stor	Stor
<b>Driftsekonomi</b>	Ingen	Stor	Ingen/negativ	Stor	Stor
<b>Utvecklingsinsats</b>	Ingen	Medel	Liten/medel	Stor	Stor
<b>Marknadsstorlek</b>	Liten	Stor	Liten/medel	Stor	Medel/stor

Eftersom besparingarna från förbättrad driftsekonomi tillfaller användarna kan "driftsekonomi" sägas beskriva användarnas efterfrågan på tekniken. Eftersom marknadsstorleken beskriver antalet maskiner som berörs så beskriver produkten av driftsekonomi och marknadsstorlek de totala vinsterna som finns att göra med ett visst utvecklingsspår. Detta kan sägas utgöra drivkraften för en viss teknik.

Denna drivkraft ska ställas mot den utvecklingsinsats som krävs. Ju mindre utvecklingsinsats ju lättare är det att tillgodose sig de fördelar tekniken innebär. Omvänt innebär en stor utvecklingsinsats att det krävs större drivkrafter och mer tid för att tekniken ska tillgodogöras.

I tabellen ser vi att bränslebyte (till HVO) redan finns som teknik och inte kräver några utvecklingsinsatser. Nya drivmedel är den teknik som bedöms kräva minst utvecklingsinsats för att komma till stånd. Det finns emellertid svaga kommersiella drivkrafter att ta fram arbetsmaskiner som kan drivas av alternativa drivmedel då dessa inte innebär några minskade driftskostnader.

Två spår, effektivisering och hybridisering, har både stor potentiell påverkan på driftsekonomin och träffar en stor marknad. Drivkrafterna för att utforska dessa spår är alltså i sammanhanget mycket stora. Effektiviseringen av befintlig teknik är något som sker hela tiden och de resurser som läggs på denna utveckling är omfattande. Dessa effektiviseringar kommer användarna till del löpande och innebär inget tekniksprång.

Hybridisering kräver större utvecklingsinsatser än effektivisering av befintlig teknik dels eftersom det kräver stora designförändringar av maskinen för att tekniken ska komma till sin rätt och dels eftersom nya komponenter behöver utvecklas. Det är därför rimligt att anta att en hybridisering av maskinerna ligger längre fram i tiden än en effektivisering av befintliga maskiner.

Det sista spåret, elektrifiering, har betydande drivkrafter förknippat med sig genom lägre driftkostnader och nollutsläpp från avgasröret. En elektrifiering är emellertid beroende av både den teknikutveckling som krävs för att hybridiseringen ska komma till sin rätt och en utveckling mot billigare batterier. Med anledning av detta är det rimligt att anta att en elektrifiering ligger längre fram i tiden än hybridisering.

Utsläppsminskningar kan i närtid uppnås med en ökad användning av biodrivmedel som redan används och genom att befintlig teknik justeras för att kunna använda nya drivmedel. På medellång sikt kan utsläppsminskningar uppnås genom att befintlig teknik effektiviseras genom förbättrad hydraulik och drivlina. På medellång till lång sikt bedöms minskningar kunna ske först genom hybridisering och på lång sikt genom elektrifiering.

## 4.7 ARBETSMASKINERNAS SÄRSKILDA FÖRHÅLLANDEN

I några centrala aspekter skiljer sig marknaden för arbetsmaskiner från det som gäller för både personbilar och lastbilar. Detta har betydelse för vilka styrmedel som är möjliga att implementera och förklarar en del av de svårigheter som finns för en övergång till arbetsmaskiner med lägre utsläpp än idag.

### Entreprenadsektorns organisering

Huvuddelen av stadens utsläpp från arbetsmaskiner sker i entreprenadsektorn. För att förstå hur utsläppen från arbetsmaskiner ska kunna minska behöver man förstå vem i entreprenadsektorn det är som använder arbetsmaskinerna.

De arbetsmaskiner som används i entreprenadsektorn ägs i de flesta fall av företag med ett fåtal anställda och en eller ett fåtal maskiner. Dessa företag får sina arbeten genom olika maskincentraler dit olika entreprenörer vänder sig när de behöver arbetsmaskiner. Dessa entreprenörer är ibland byggherrar och ibland har de en annan byggherre som beställare. Detta gör att den upphandlande myndigheten eller den markanvisande kommunen inte har en direkt relation till de företag som äger och kör arbetsmaskinerna. Detta försvårar kravställande och minskar incitamentet att testa nya tekniker eller bränslen om de innebär kostnadsökningar eller riskerar att leda till driftsstörningar. Upphandlingsförfarandet kan också göra det svårt att ge långsiktiga garantier till entreprenörer som investerar i nya arbetsmaskiner som är anpassade till de krav som ställs av det offentliga. Det är svårt för det offentliga att göra långtgående utfästelser om vilka krav som kommer att ställas i framtida upphandlingar vilket gör att investeringar i specialanpassade maskiner med lång livslängd är riskfyllt för entreprenörerna.

Uppdelningen i huvudentreprenörer som planerar arbetet och underentreprenörer som utför mycket av arbetet kan också ge splittrade incitament till bränslebesparingar. Hur arbetet planeras kan ha stor inverkan på bränsleförbrukningen, t ex genom att massor behöver flyttas flera gånger eller grävmaskiner behöver förflyttas för att kunna lasta av. Det är huvudentreprenören som har ansvaret för planeringen på en arbetsplats medan underentreprenören ofta bär kostnaden för drivmedel och därmed kan tillgodoräkna sig den besparing som kan göras genom en effektiv planering och logistik.

### Avsaknad av bränsleförbrukningsvärden

Det saknas officiella bränsleförbrukningsvärden för arbetsmaskiner vilket bidrar till svårigheterna att få bränslesnål teknik att slå igenom.

För personbilarna är möjligt att mäta hur mycket varje bil förbrukar per kilometer tack vare att alla bilar testas mot en gemensam körcykel. Detta gör det dels möjligt att från statligt håll ställa krav på hur stor förbrukning en bil får ha och dels att från kundernas sida efterfråga bilar med låga utsläpp. En fastställd körcykel gör det alltså möjligt att efterfråga produkter med låg förbrukning, antingen genom regleringar eller genom en marknadsdriven efterfrågan.

För arbetsmaskiner saknas det körcykler av flera skäl. Gruppen arbetsmaskiner en mycket heterogen grupp som utför olika sorters arbete till skillnad mot personbilar som utför arbetet "transport av människor" eller lastbilar som utför arbetet "transport av gods". En viss arbetsmaskin kan ena dagen utföra arbetet "pålning" och nästa dag "lasta lastbil" varför det är mycket mer komplicerat att ta fram en ändamålsenlig körcykel. Till detta adderas en problematik att samma typ av arbetsmaskin har olika arbetsuppgifter baserat på vilken storlek den har. Detta, i kombination med att det inte varit lika angeläget att ta fram en körcykel för arbetsmaskiner som för bilar, har lett till att det inte finns körcykler för arbetsmaskiner. Utan dessa är det inte möjligt för kunderna att välja maskiner som har låg förbrukning eller för stat och upphandlande myndigheter att ställa krav på bränsleförbrukningen.

### Små tillverkningsvolymmer

En annan faktor som gör att det finns få fossilfria arbetsmaskiner är volymen på produktionen av varje enskild modell. Att arbetsmaskinernas serier är så korta medför att det är svårare att fördela utvecklingskostnader för dessa än för lastbilar och personbilar. Det betyder att de istället till stor del får förlita sig på utvecklingen på personbils- och lastbilssidan vilket gör att ny teknik når arbetsmaskinerna senare.

Svårigheten att ställa krav i kombination med höga krav på kostnadseffektivitet och svårigheter att fördela utvecklingskostnaderna har medfört att arbetsmaskiner har en mycket lägre andel maskiner som drivs på annat än diesel jämfört med lastbilar och personbilar.

## 5 TÄNKBARA STYRMEDEL OCH ÅTGÄRDER

Under lång tid har klimatstyrmedel riktade mot arbetsmaskiner analyserats och tillämpats i mindre utsträckning än vad gäller fordon för person- och godstransporter. Både teknikutveckling och reglering kan därför sägas "ligga efter" vad gäller arbetsmaskiners fossilbränslefrihet och minskade utsläpp. Under de senaste åren har dock ett antal initiativ tagits av regeringen och myndigheter i Sverige för att öka takten i omställningen mot energieffektivare och fossilfria arbetsmaskiner.

Inom ramen för arbetet med Färdplan 2050 tog Trafikverket (2012) fram en rapport som dels kartlade utsläppen från arbetsmaskiner och dels analyserade möjligheterna att minska dem. Bedömningen var att potentialen för att minska användningen av fossila bränslen bland arbetsmaskiner huvudsakligen ligger i en ökad hybridisering och elektrifiering. Därutöver identifierades potentialer i effektivare användning av maskinerna samt ökad användning av förnybara bränslen.

2013 tog Trafikverket fram en andra rapport (Trafikverket, 2013) om den tekniska utvecklingen bland arbetsmaskiner, där det konstaterades att fordonsutvecklingen de senare åren har gått till att möta emissionskraven, medan det saknades metoder ett neutralt sätt att mäta förbrukningen t.ex. med hjälp av IT-stöd. Det konstaterades också att det saknas incitament för att arbeta för en hybridisering och elektrifiering.

Analysen i nedanstående avsnitt syftar till att identifiera styrmedel som Stockholm stad kan använda eller på annat sätt bidra till, för att ge marknadens aktörer incitament att realisera de potentialer som identifierats av såväl Trafikverket och Energimyndigheten som utredningarna Fossilfrihet på väg (SOU 2013:84) och Miljömålsberedningen (SOU 2016:47).

### 5.1 TIDIGARE IDENTIFIERADE STYRMEDEL

I en WSP-studie som under hösten 2016 togs fram på uppdrag av Energimyndigheten (WSP Analys och Strategi, 2017) analyserades en bred uppsättning styrmedel för fossilfrihet för arbetsmaskiner. För Stockholms stad är det väsentligt att överblicka bredden av potentiella styrmedel, men det inte möjligt eller relevant för staden självt att tillämpa eller aktivt påverka hela denna potentiella styrmedelanvändning. I syfte att identifiera en lämplig inriktning för stadens arbete, kan de samlade styrmedlen klassificeras enligt nedanstående. De med *hög relevans* är sådana där Stockholms stad har en tydlig aktörsroll, de med *viss relevans* sådana där Stockholms stad kan verka för att staten tar initiativ till styrmedlen medan de med *låg relevans* är sådana som ligger utanför stadens handlingsområde även om de har betydelse för den generella utvecklingen mot fossilfrihet.

Tabell 6. Utgångspunkt för styrmedelsanalys utifrån bland annat tidigare styrmedelsförslag

Hög relevans	Viss relevans	Låg relevans
CO <sub>2</sub> -relaterade upphandlingskrav för arbetsmaskiner	Utsläppsklasser "el" och "hybrid" för arbetsmaskiner	Höjd drivmedelsbeskattning
Upphandlingskrav som styr mot användning av nya tekniker	EU-reglering av arbetsmaskiners klimatpåverkan	Minskad skattebefrielse på drivmedel
Upphandlingskrav om användning av förnybara drivmedel	Utvecklad standard för bränsleförbrukning (körcykler)	Energianvändningskrav på EU-nivå för mindre arbetsmaskiner – utvecklat ekodesigndirektiv
Upphandlingskrav om redovisning av effektiv användning		Stöd till forskning
Miljözoner för arbetsmaskiner		Premie för el- och hybridarbetsmaskiner
Utsläppskrav vid markanvisning		
Förvaltningens eget "inköpsregelverk" avseende maskiner respektive bränsle		

## 5.2 VAD VILL MAN ÅSTADKOMMA - DIREKTA UTSLÄPPSMINSKNINGAR ELLER TEKNIKUTVECKLING?

Utsläppen av koldioxid från arbetsmaskiner står i direkt relation till mängden och klimatprestandan hos de drivmedel som förbrukas i maskinerna. Det mest självklara styrmedlet för att ge incitament till minskade utsläpp av koldioxidutsläpp är därför att beskatta själva drivmedelsförbrukningens utsläpp av växthusgaser i form av koldioxidskatt på bränslet.

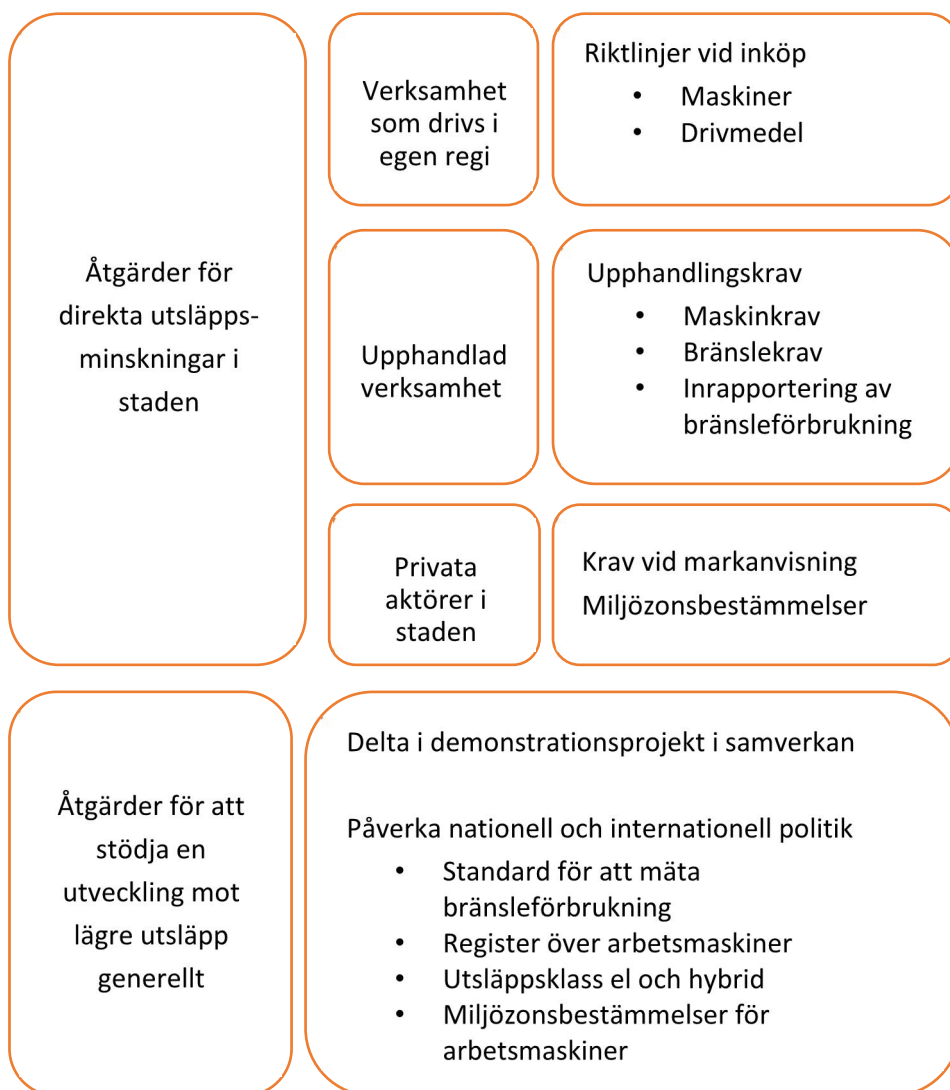
Koldioxidskattenivån beslutas dock på nationell nivå och ligger inte inom Stockholms stads rådighet. Av detta skäl lägger vi beskattning av drivmedel åt sidan och går istället igenom de verktyg som står till förfogande för Stockholms stad.

Vad vill man då uppnå med de verktyg som står till förfogande? För att nå målet om ett fossilbränslefritt Stockholm år 2040 är det centralt att reella utsläppsminskningar uppstår inom den geografiska och innehållsmässiga avgränsning som målet om ett fossilbränslefritt Stockholm omfattar. Men direkta utsläppsminskningar i Stockholm är inte nödvändigtvis det enda mål som man önskar uppnå. Genom att ställa teknikkraV eller ge stöd till teknikutvecklingsprojekt kan det i vissa fall vara möjligt för en kommun av Stockholm storlek att påskynda en teknikutveckling som kan komma fler till del. Å andra sidan är det i andra fall är det inte möjligt för en aktör av Stockholms storlek att i någon betydande omfattning påverka utbudet av bränslesnåla produkter eller produktionssätt.

För att kunna utforma verksamma styrmedel är det viktigt att lyckas identifiera inom vilka områden det är möjligt för Stockholm stad att öka

möjligheterna även för andra att minska sina utsläpp, t ex genom att demonstrera lyckade lösningar, och i vilka fall utsläppsminskningar enbart kan åstadkommas genom att i Stockholm genomföra redan tillgängliga åtgärder.

Vi delar upp vår analys i åtgärder för att minska de direkta utsläppen i staden och åtgärder som Stockholms stad kan vidta för att främja en mer generell utveckling mot minskade utsläpp från arbetsmaskiner. Se figuren nedan.



Figur 2. Åtgärder för direkta utsläppsminskningar respektive för att stödja en utveckling mot lägre utsläpp generellt.

### 5.3 ÅTGÄRDER FÖR DIREKTA UTSLÄPPSMINSKNINGAR

De utsläpp av växthusgaser från arbetsmaskiner som sker i Stockholms stad kan delas upp i tre kategorier där staden har olika rådighet.

Utsläpp från verksamheter som drivs i egen regi är de utsläpp som staden har störst rådighet över. Här har vi definierat egen regi utifrån att det är

verksamheter där staden själv köper in och därmed direkt beslutar över vilka arbetsmaskiner och vilka drivmedel som ska användas i verksamheten. För den verksamhet som bedrivs i egen regi kan staden utforma inköpsregelverk som premierar arbetsmaskiner och drivmedel med goda klimategenskaper.

Drift och underhåll av gator, parker och ledningsnät samt markarbeten vid större stadsutvecklingsprojekt upphandlas däremot och valet av vilka maskiner och drivmedel som ska köpas in i det enskilda fallet tas där av stadens entreprenörer samt deras underentreprenörer. Däremot är det möjligt att i upphandlingen både ställa minimikrav på egenskaper för t ex maskiner och drivmedel som måste uppfyllas av entreprenören och att ge olika former av bonus till entreprenörer som uppfyller ytterligare krav. I den upphandlade verksamheten har staden alltså möjlighet att påverka utsläppen från arbetsmaskiner genom de krav som ställs i upphandlingen.

Arbetsmaskiner används också av privata aktörer utan inblandning från Stockholm stad. Exempelvis är det i många fall byggherrarna och inte staden som ansvarar för markarbeten vid nybyggnation. I dessa fall kan staden inte påverka valen av maskiner eller drivmedel genom inköpsregelverk eller upphandlingskrav. Däremot kan staden i de fall då byggherrar får en markanvisning ställa vissa krav. Införandet av miljözoner som innefattar arbetsmaskiner är också ett potentiellt styrmedel som påverkar samtliga arbetsmaskiner inom ett geografiskt område.

### Inköspolicy för arbetsmaskiner och drivmedel

Staden är en relativt liten köpare av arbetsmaskiner och kan inte påverka utbudet av maskiner. Däremot har staden möjlighet att välja så miljögod alternativ som möjligt från det utbud som finns tillgängligt. Mindre redskap finns ofta i elektrifierade varianter och i dessa fall väljs också dessa i stor utsträckning. Att köpa in oprövade redskap och maskiner innebär dock en risk för bristande tillförlitlighet vilket gör att man måste göra en avvägning mellan nya modellers miljönytta och i vilken utsträckning de riskerar att inte klara de krav på bland annat användningstid och effekt som ställs i verksamheten.

I några få verksamheter äger staden själv de maskiner som används. Främst gäller det verksamheten inom kyrkogårdsförvaltningen, som redan idag provar eldrivna maskiner när sådana finns på marknaden. Eldrift innebär stora fördelar på en begravningsplats då en tystare miljö och mindre lokala avgaser både ger en bättre upplevelse till besökarna och en bättre arbetsmiljö. Det finns därför redan starka drivkrafter för kyrkogårdsförvaltningen att övergå till eldrift i de fall det är möjligt.

Även när det gäller drivmedel har staden rådighet över vilka drivmedel som används hos kyrkogårdsförvaltningen. HVO kan i stor utsträckning ersätta den diesel som idag används medan det däremot saknas biobaserade alternativ till dagens alkylatbensin. En övergång från huvudsakligen fossil diesel till HVO planeras hos kyrkogårdsförvaltningen redan idag.

### Upphandlingskrav för entreprenader

Huvuddelen av stadens verksamhet som ger upphov till utsläpp från arbetsmaskiner upphandlas. Ett styrmedel som är tillgängligt för Stockholms stad är därför att ställa olika typer av krav vid upphandling av verksamhet



som sker med arbetsmaskiner. Det kan gälla såväl drift och underhåll som vid nybyggnation av bostäder och lokaler.

Upphandlingskrav kan ställas både som skallkrav som entreprenören måste uppfylla och som bonussystem där användande av fordon eller drivmedel med särskilt goda egenskaper premieras. Kravställande är dock förknippat med kostnader för uppföljning, i synnerhet gäller detta för bonussystem. Alltför höga krav riskerar också att leda till att få anbud kommer in. Det måste därför göras en avvägning mellan hårda krav och risken för att entreprenörerna inte klarar av att uppfylla anbudets krav till en rimlig kostnad. Man kan därför i praktiken behöva gå fram stegvis med upphandlingskrav.

### Vad kan man ställa krav på?

Det finns flera olika sätt att minska utsläppen genom val av arbetsmaskiner och deras drivmedel. För att det ska vara möjligt att i en upphandling stödja dessa olika val krävs dock både att det finns produkter på marknaden och att det är möjligt att definiera krav i en upphandling. Tabell 7 redovisar de olika vägar till utsläppsminskning som finns och vilka möjligheter som finns att ställa krav i en upphandling.

Tabell 7. Vägar till utsläppsminskning

Väg till utsläppsminskning	Finns det lösningar på marknaden?	Är det möjligt att kravställa i upphandling?
<b>Bränslebyte</b> Samma maskiner som idag som går på bränslen med lägre utsläpp - t ex HVO	Ja. I princip alla dieseldrivna arbetsmaskiner kan använda HVO.	Ja. Möjligt att kravställa på användning av 100 % HVO. Besvärligare att ställa krav på drivmedlens livscykelutsläpp inom ramen för en reduktionsplikt.
<b>Energieffektivisering</b> Energieffektivisering av dagens arbetsmaskiner med dieselmotor	Ja. Olika maskiner är redan idag olika energieffektiva.	Nej. Avsaknaden av officiella bränsleförbrukningsvärden gör det svårt att ställa krav på maskiners energieffektivitet.
<b>Nya drivmedel</b> Arbetsmaskiner som kan drivas med höginblandade biodrivmedel som ED95, DME, biogas eller FAME som kräver anpassning av motorn.	Nej. Det saknas arbetsmaskiner med anpassade motorer på marknaden idag. Kräver ett utvecklingsarbete hos tillverkarna.	Ja. Givet att maskinerna finns att köpa kan man ställa krav på att maskiner ska kunna köras på vissa utpekade drivmedel.
<b>Hybridisering</b> Hybridiserade maskiner med både förbränningsmotor och någon form av energilagring som minskar bränsleförbrukningen.	Nja. Finns vissa maskiner i hybridiserade modeller. Men inte alla storleksklasser och ofta i prototypversion.	Nja. Svårt att definiera tekniskt vad som är en hybrid utan att låsa sig vid en viss teknik. Hur "lite" får hybridiseras? Avsaknaden av förbrukningsdata omöjliggör krav på energieffektivitet.
<b>Elektrifiering</b> Helt elektrifierade maskiner utan förbränningsmotor	Nja. Enskilda modeller av grävmaskiner etc. Inte för all typ av användning och i prototypstadiet.	Ja. Att definiera en helt elektrisk maskin är relativt enkelt. Svårigheten är brist på utbud av användbara maskiner och kostnaden.

Den enda väg för utsläppsminskning där det både är möjligt att ställa upphandlingskrav och där det även finns tillgängliga lösningar på marknaden är ett bränslebyte där fossil diesel byts till HVO. Krav kan ställas både gällande vilket drivmedel som ska användas och vilka egenskaper detta

drivmedel ska ha, t ex i form av livscykelutsläpp av växthusgaser. För att detta ska ge önskad effekt krävs det dock att kraven utformas i relation till de nationella styrmedel som finns på drivmedelsområdet (se avsnitt i kapitel 2 om drivmedelsskatt och reduktionsplikt för förnybara bränslen).

På grund av avsaknaden av officiella bränsleförbrukningsvärden och definitioner av hybridisering är det svårt att ställa juridiskt hållbara upphandlingskrav kring energieffektivitet och hybridisering. När det gäller arbetsmaskiner som kan drivas med alternativa drivmedel eller är helt elektrifierade är det möjligt att kravställa men däremot saknas produkterna på marknaden.

### **Dagens upphandlingskrav**

Redan idag ställs krav på arbetsmaskiners egenskaper vid upphandling av entreprenader där Stockholm stad tillsammans med Göteborg, Malmö samt Trafikverket samarbetar kring gemensamma upphandlingskrav. Krav ställs på bland annat arbetsmaskinernas emissionsklass, de s.k. stegkraven gällande utsläpp av främst kväveoxider och partiklar.

Dessa upphandlingskrav genomgår en revidering och ett förslag har tagits fram. Det nya förslaget innebär i korthet att man övergår från att ställa krav på emissionsklass till att ställa ålderskrav för att förenkla uppföljningen.<sup>11</sup> Grundkravet är att maskinerna får vara som äldst 12 år men i storstäderna inklusive Stockholm är kravet max 6 år. Vissa unika arbetsmaskiner hanteras separat.

När det gäller klimatutsläpp så finns separata upphandlingskrav för stora (över 50 miljoner) och små (under 50 miljoner) projekt. Stora projekt ska genomföra en klimatkalkyl där bland annat bränsleförbrukning från arbetsmaskiner ingår i beräkningen. Utifrån den klimatkalkyl som görs hos Trafikverket har entreprenören sedan ett funktionellt krav på sig att minska utsläppen med endera 15 eller 30 procent. Denna utsläppsminskning kan ske på olika sätt - genom val av material med lägre livscykelutsläpp eller t ex genom att använda drivmedel med lägre utsläpp i arbetsmaskinerna. Det är upp till entreprenören att välja metod för utsläppsminskning.

För staden är dock inte kraven för så pass stora projekt relevanta utan stadens upphandlingar kommer att beröras av de krav som gäller mindre projekt (under 50 miljoner kronor). För dessa mindre projekt ställs istället direkta materialkrav och drivmedelskrav. Det föreslagna drivmedelskravet är att minst 20 procent av energianvändningen ska komma från rena och hållbara biodrivmedel eller el. Detta innebär att det inte är möjligt att uppfylla kraven genom att öka låginblandningen av HVO i diesel men däremot genom att låta en del av drivmedelsanvändningen bestå av ren HVO. Anledningen till att kravet är formulerat på detta sätt är att man vill uppnå en övergång till biodrivmedel eller el utöver vad reduktionsplikten ger. Upphandlingskravet möjliggör såväl elektrifierade maskiner som arbetsmaskiner med anpassade motorer för t ex biogas eller etanol. Med dagens kostnader för olika tekniker är det dock svårt att se att kravet inom de närmaste åren kommer att leda till

---

<sup>11</sup> Då olika maskintyper beroende på motoreffekt omfattas av olika steg-krav vid ett och samma årtal är det svårt att formulera krav som inte läser användandet till en viss maskinklass.

något annat än ökad användning av HVO eller möjligtvis B100<sup>12</sup> för arbetsmaskiner. För de entreprenader som även innehåller användning av personbilar kan eldrift vara en möjlig lösning för att klara åtminstone delar av kravet.

### **Krav på redovisning av bränsleförbrukning**

Avsaknaden av uppgifter om olika arbetsmaskiners bränsleförbrukning omöjliggör ett kravställande gällande energieffektiva arbetsmaskiner. Däremot skulle det i teorin vara möjligt att ställa krav på en högsta tillåtna bränsleförbrukning för en hel entreprenad. Många av dagens arbetsmaskiner är utrustade med system för att mäta bränsleförbrukning både i absoluta tal och i relation till utfört arbete via telematik. För att kunna sätta lämpliga kravnivåer behöver man dock mer kunskap om vad som är en rimlig bränsleförbrukning för ett visst arbetsmoment.

Stockholm stad samlar redan idag in information från sina entreprenörer i Norra Djurgårdsstaden gällande maskintimmar för olika arbetsmaskiner och deras bränsleförbrukning. Entreprenörerna kan både redovisa uppmätt bränsleförbrukning och deklarerad bränsleförbrukning. Däremot är det i dagsläget svårt att jämföra olika entreprenader och i ännu större utsträckning olika maskiner eftersom det arbete som maskinerna utför skiljer sig åt i stor utsträckning. Bränsleförbrukningen per drifttimme med arbetsmaskiner kan skilja sig kraftigt åt mellan olika entreprenader<sup>13</sup>.

Göteborg stad har under 2016 samlat in uppgifter om bränsleförbrukning för en entreprenad (Göteborg stad, 2017). Projektet visar att inrapportering av bränsleförbrukning är tekniskt möjligt via fjärravläsning och inte innebär några mer omfattande arbetsinsatser från entreprenörernas sida. Svårigheterna ligger snarare i att få entreprenörerna att släppa ifrån sig uppgifter som uppfattas som känsliga. Exempelvis fick man stryka uppgifter om andelen tomgångskörning då maskinoperatörerna var oroliga för att mätningarna kunde användas till att följa upp hur väl enskilda maskinister utför sitt arbete. Rent tekniskt är det däremot fullt möjligt att samla in uppgifter om motorbelastning, andel tomgångskörning och körtid över bränsleförbrukning.

Erfarenheterna från såväl Norra Djurgårdsstaden som Göteborg visar att svårigheten med att begära in uppgifter om bränsleförbrukning snarare ligger i acceptansen hos entreprenörerna än i tekniska svårigheter. För att uppgifterna ska kunna ligga till grund för en analys av vad som påverkar drivmedelsförbrukningens storlek och för jämförelse mellan olika entreprenader behöver dock stora mängder data samlas in. Erfarenheterna från Göteborg visar också att det finns en stor oro hos entreprenörerna för att nyckeltal ska tas fram som är grundlösa och att enskilda entreprenörer eller maskinförare ska jämföras med varandra. Men för att det ska gå att utnyttja

---

<sup>12</sup> Även om B100 omfattas av den bränslespecifikation som arbetsmaskiner godkänns för så är tillverkarna betydligt mer negativt inställda till användning av B100/RME än HVO på grund av problem med katalysatorerna.

<sup>13</sup> Vi har fått tillgång till uppgifter där bränsleförbrukningen per driftstimme skiljer sig med en faktor 60 mellan olika entreprenader, huvudsakligen till följd av att olika typer av arbete är olika vanligt förekommande i de olika entreprenaderna.

de insamlade uppgifterna för att på sikt ta fram upphandlingskrav kring tillåten bränsleförbrukning krävs att man tar fram just nyckeltal. Man ska dock vara medveten om att förbrukningen varierar med en rad faktorer såsom typ av arbetsuppgift, logistik på byggsplatsen, planering, maskinegenskaper, körstil, topografi, markförhållanden och väderlek. Vissa av dessa har underentreprenörens inflytande över såsom maskinutrustning och körstil, vissa påverkas av de beslut som fattas av huvudentreprenören såsom logistik och planering medan andra ligger helt utanför entreprenörernas kontroll såsom väderlek och topografi. För att rättvisande nyckeltal ska kunna tas fram måste man både samla in uppgifter från många entreprenader men också samla in många typer av uppgifter.

Utöver att insamling av data över bränsleförbrukning kräver arbetsinsatser hos entreprenörerna behövs också system hos beställarna för hur man ska ta hand om de inkomna uppgifterna. Inkommen data behöver kvalitetsgranskas så att uppenbara felaktigheter uppmärksammas. Stickprovskontroller behöver göras. Allt detta kräver resurser hos beställaren.

### Krav vid markanvisning

I samband med att staden anvisar mark den äger till olika byggherrar är det möjligt att ställa olika krav på utförande och genomförande av byggprojektet, till exempel på hur många parkeringsplatser som ska finnas och vilken energiprestanda husen ska ha. I princip är det möjligt för staden att ställa vilka krav den vill på genomförande och slutprodukt. Den kan också tillämpa en mer marknadsanpassad lösning med bonusar om byggherren uppfyller vissa krav. Att följa upp detta i exploateringsavtalen ligger emellertid i en juridisk gråzon.

Ett sådant krav kan vara att utföraren ska använda sig av ett visst bränsle, en viss mängd bränsle eller en viss typ av maskiner. I dessa lägen är stadens frihetsgrader mycket stora och byggherrar har stora incitament att vara staden till lags. Staden skulle t.ex. kunna ha en utvärderingsmodell vid markanvisningstävlingar som premierar de byggherrar som använder lite bränsle för att uppföra byggnaderna på marken, oavsett vilken metod byggherren väljer för att minska sin bränsleförbrukning. Ett sådant kravställande skulle dels leda till ökad efterfrågan på energieffektiva maskiner och effektivare byggmetoder och på sikt också nya tekniker.

Kravställande är emellertid problematiskt då det riskerar att minska tillgången till arbetsmaskiner som redan idag är begränsande när det gäller att nå bostadsbyggnads målet. Ett bättre sätt än krav kan därför vara att använda sig av bonusar som premierar användandet av bränslesnålare maskiner. En möjlig utveckling vore att kombinera bonusarna med straff på maskiner som har sämre klimategenskaper. Problemet är att det skulle kräva bättre metoder för att mäta klimategenskaperna från olika maskiner. Däremot skulle det vara möjligt att premiera användning av elektrifierade maskiner när sådana finns tillgängliga.

Det finns också stor potential att minska utsläppen från masshantering vid markanvisning genom att erbjuda närliggande platser för att ta hand om och krossa massorna. Detta skulle främst minska utsläppen från lastbilarna som används vid masshanteringen men skulle inte bara kunna minska utsläppen

utan också kostnaderna till följd av att färre lastbilar skulle behövas. Även de utgör en trång sektor för att nå bostadsbyggnads målet.

Eftersom flera hundra maskiner arbetar i projekt där staden markanvisat<sup>14</sup> är potentialen stor. Det är emellertid så att en stor del av utsläppen från nybyggnation, och då i synnerhet masshanteringen, sker av lastbilarna som transporterar massorna varför inverkan på de totala utsläppen från masshanteringen är mindre.

### Miljözon för arbetsmaskiner

Arbetsmaskiner omfattas inte av dagens miljözonsbestämmelser. För att miljözoner ska vara ett möjligt styrmedel för staden krävs därför att miljözonsbestämmelserna utvidgas till att även omfatta arbetsmaskiner vilket kräver beslut på statlig nivå. Miljözonsbestämmelser är därför inte ett tillgängligt styrmedel för staden idag. Att använda miljözonsbestämmelser för att påverka utsläppen från arbetsmaskiner är förmodligen mest relevant i en situation där det finns elektrifierade arbetsmaskiner i stor utsträckning och där staden vill kunna förbjuda användningen av arbetsmaskiner med förbränningsmotor i vissa delar av staden. Även om miljözoner för arbetsmaskiner inte är möjligt att införa idag så är det ändå ett styrmedel som är värt att nämna som ett tänkbart framtida styrmedel för staden.

## 5.4 ÅTGÄRDER FÖR ATT STÖDJA EN UTVECKLING MOT LÄGRE UTSLÄPP

Utöver att uppnå direkta utsläppsminskningar i Stockholm finns också en ambition att från stadens sida stödja en mer generell utveckling mot lägre utsläpp från arbetsmaskiner. Åtgärder för att göra detta beskrivs i det här avsnittet.

### Principiellt om subventioner

Ett sätt för staden att bidra till teknikutveckling är genom olika typer av subventioner. Det ena är genom innovationsupphandling och det andra är genom någon form av inköpsbonus. För att bedöma lämpligheten hos dessa styrmedel går vi igenom lite grundläggande principer för att subventionera ny teknik.

All ny teknik innebär en osäkerhet. Dels för användarna (kommer den nya tekniken vara lika bra som den gamla?) och dels för tillverkarna (kommer kunderna att köpa den nya tekniken?) Subventioner syftar till att på olika sätt minska dessa osäkerheter och de kostnaderna de innebär.

En subvention ska i princip bara användas om marknaden producerar för lite av en vara. Det kan till exempel bero på att det finns positiva externaliteter som aktörerna inte tar hänsyn till eller att de har en annan tidshorisont än samhället. I fallet med arbetsmaskiner finns det anledning att både tro att det finns positiva externaliteter och att aktörerna har en annan tidshorisont.

Om ny teknik ska subventioneras bör målet vara att upphöra med subventionerna efter en tid. En teknik som även på lång sikt är beroende av

---

<sup>14</sup> Enligt kontakt med byggprojektledare på exploateringskontoret

subventioner är antagligen ingen bra teknik. Målet med att subventionera bör istället vara att under en tidsbegränsad period bära kostnaderna för de osäkerheter som är förknippade med nya tekniker. Allteftersom användare och tillverkare kan lära sig den nya tekniken kommer också osäkerhetskostnaderna att minska.

Subventionerna fungerar genom att skapa en nischmarknad där de högre priserna betalas av det offentliga. Eftersom tillverkare eller användare på så sätt garanteras en marknad för den nya tekniken vågar de ställa om produktionen respektive testa nya produkter.

Innovationsupphandlingar och subventionsprogram fungerar i detta avseende på i princip samma sätt men är olika mekanismer. Nedan förklaras hur de båda fungerar.

### Subventionsprogram

Målet med subventionsprogram är att under en övergångsperiod bära kostnaderna för den nya tekniken helt enkelt genom att betala för den. Det finns flera exempel på subventionsprogram, till exempel investeringsstöd som miljöbilspremier.

För att ett subventionsprogram som syftar till att föra fram ny teknik ska vara verkningsfullt krävs att de aktörer man vill ska förändra sitt beteende vågar göra detta. För att detta ska vara möjligt krävs att de är övertygade om att det kommer finnas en marknad att agera på över tid och att denna marknad är tillräckligt stor. Är de osäkra över huruvida marknaden kommer finnas kvar så har man endast ersatt de osäkerheter man ämnade reducera med nya.

Idealt sett bör ett subventionsprogram, likt elcertifikatsystemet, börja med en mindre pott subventioner för att öka över tid och slutligen avta. På så sätt vet tillverkarna hur stor den "garanterade" marknaden är de närmsta åren och kan då fatta ett någorlunda informerat beslut om det är lönt att ge sig in på marknaden. Målet bör dock vara att avsluta subventionsprogrammet så snart som möjligt och inte hålla liv i en marknad för produkter som inte bedöms kunna bli kommersiella. Att på förhand sätta ett slutdatum är därför viktigt.

Tillverkarna behöver bara inte veta hur länge marknaden är garanterad att finns utan också hur stor den är. Den måste vara tillräckligt stor för att de ska uppfatta det som lönt att ge sig in på den. Det är mycket sannolikt att Stockholms stad inte är en tillräckligt stor aktör för att ha råd att avsätta tillräckligt mycket pengar till ett subventionsprogram för att tillverkarna ska uppfatta det som lönt att ge sig in på marknaden. Med bakgrund mot detta är det antagligen en god idé att koordinera sitt agerande med andra aktörer som t.ex. Göteborg, Malmö, Trafikverket och Energimyndigheten. Tillsammans är det kanske möjligt att skapa en tillräckligt stor marknad.

Det finns emellertid ett problem. Eftersom det inte finns utsläppsklasser eller bränsleförbrukningsdata är det svårt att veta vad det är man ska subventionera. Innan det finns bränsleförbrukningsuppgifter är man begränsad till subventioner för vissa definierbara tekniker, t ex elektrifiering.

### Innovationsupphandling

Innovationsupphandling är ett begrepp som handlar om en upphandlingsprocess som medvetet försöker främja utveckling och införande

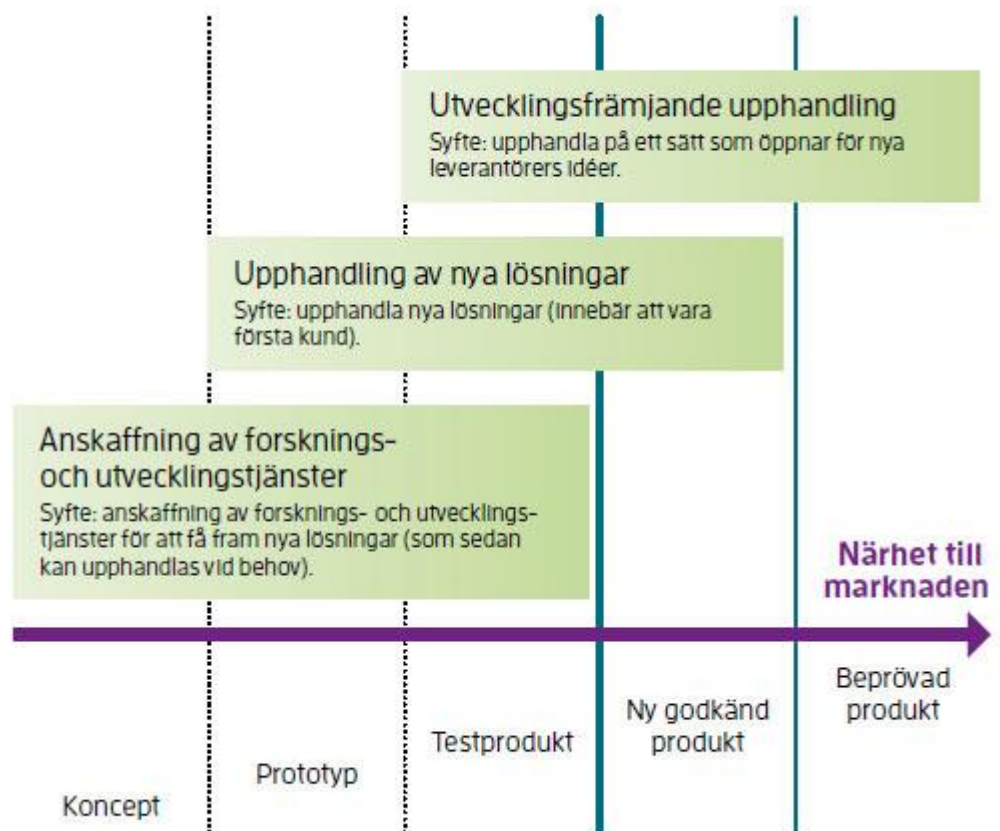


av nyskapande och bärkraftiga lösningar genom att efterfråga och tillåta nya lösningar<sup>15</sup>. När det gäller arbetsmaskiner kan innovationsupphandling vara ett redskap för att ta fram teknik som ännu inte finns eller ännu inte är tillräckligt konkurrenskraftiga för att kunna hävda sig i vanliga upphandlingar

Innovationsupphandling kan enligt upphandlingsmyndigheten delas in tre nivåer

1. *Utvecklingsfrämjande upphandling*  
Upphandlande myndighet eller enhet är öppen för nya lösningar, men kräver det inte.
2. *Upphandling av nya lösningar*  
Upphandlande myndighet eller enhet fungerar som referenskund eller första kund av lösningar.
3. *Anskaffning av forsknings- och utvecklingstjänster*  
Upphandlande myndighet eller enhet efterfrågar utveckling eller till och med forskning för att driva fram nya lösningar.

Det finns ett samband mellan innovationsupphandlingstyperna och hur nära en ny lösning är att introduceras på marknaden, se bilden nedan.



Figur 3. Innovationsupphandlingens olika nivåer. Källa: Upphandlingsmyndigheten, <http://www.upphandlingsmyndigheten.se/omraden/dialog-och-innovation/innovation-i-upphandling/tre-nivaer-av-innovationsupphandling/>

<sup>15</sup> Vi beskriver innovationsupphandling på samma sätt som upphandlingsmyndigheten, <http://www.upphandlingsmyndigheten.se/omraden/dialog-och-innovation/innovation-i-upphandling/>



Utvecklingsfrämjande upphandling passar när det finns nyutvecklade produkter på marknaden i åtminstone testproduktskedet samtidigt som det också är acceptabelt att använda en beprövad produkt. I arbetsmaskinfallet kan denna upphandlingstyp användas i ett läge då det finns t.ex. elektrifierade eller biogasmaskiner och man vill möjliggöra användning av dem. I praktiken handlar det om att ställa upphandlingskrav som möjliggör nya lösningar.

Upphandlingar av nya lösningar är en upphandlingstyp som kan användas i ett läge där marknaden saknar erfarenhet av en produkt. Det kan röra som en produkt som är helt ny på marknaden eller en produkt som är ännu inte nått marknaden men som är nära. Här handlar det alltså om att demonstrera lösningar och fungera som en referenskund. I detta skede kan man förvänta sig att införandet av t ex en ny typ av arbetsmaskin är förknippad med vissa kostnader både för leverantören och för den som upphandlar. Det kan t ex vara utvecklingskostnader för arbetsmaskinstillverkaren, lärkostnader hos entreprenören och kostnader i form av bristande tillförlitlighet i den tjänst som ska utföras hos staden.

Anskaffning av forsknings- och utvecklingstjänster är en form av innovationsupphandling som är aktuell när man efterfrågar själva utvecklingsarbetet för att få fram en lösning eller produkt. Detta kan vara aktuellt om man bedömer att det är möjligt att med rimliga medel ta fram en ny lösning eller produkt som den upphandlande myndigheten efterfrågar. I sådana fall kan man använda sig av förkommersiell upphandling som är en metod som är framtagen av EU-kommissionen och som följer statsstödsreglerna och det forsknings- och utvecklingsundantag som finns.

Ett exempel på en förkommersiell upphandling är det projekt kring elvägar för tunga fordon som drivs av Trafikverket, Vinnova och Energimyndigheten. I detta fall prövar man flera olika tekniska lösningar för öka kunskaperna och möjliggöra att man i ett senare skede kan välja en teknisk lösning för elektrifiering av delar av det svenska vägnätet. För att kostnaden för en förkommersiell upphandling ska uppvägas av de nyttor som uppstår behöver det finnas andra aktörer som kan dra nytta av den marknad som den upphandlande myndigheten hjälpt till att skapa. En förkommersiell upphandling är ofta förknippad med stora investeringar i både pengar och arbete för den upphandlande myndigheten. För Stockholms stad del är det därför viktigt att söka samarbeten med t ex Energimyndigheten, Trafikverket eller Vinnova om man skulle vilja ingå i en förkommersiell upphandling av t ex elektrifierade arbetsmaskiner. Stadens del i ett sådant samarbete skulle t ex vara att erbjuda delar av sin verksamhet som demonstrationsobjekt.

### **När är innovationsupphandling lämplig**

Lundvall & von Utfall Danielsson (2014) diskuterar när innovationsupphandling är lämpligt och ställer upp tre kriterier.

För det första ska det finnas någon form av marknadsmisslyckande för att det ska vara samhällsekonomiskt motiverat med offentlig upphandling av innovationer. Ett sänt kan uppstå om den offentliga sektorn står för en stor andel av efterfrågan och det offentliga är ovilligt att ta risker i form av ny teknik och nya metoder. En upphandlare är ofta obenägen att ta risker som innebär att leveranssäkerheten riskeras. Om upphandlingen går fel och t ex

parkskötseln inte fungerar så är det upphandlaren som får bära hundhuvudet medan upphandlaren inte på samma sätt får skörda frukterna vid en extra lyckad upphandling där nya och bättre metoder används. Detta leder ofta till att man är ovillig att prova nya metoder och snarare utformar förfrågningsunderlagen med detaljerade beskrivningar, också för att minska risken för överklaganden. Det kan också finnas informationsproblem som gör att kunskap om de behov som finns i verksamheten inte når fram till varken upphandlare eller entreprenör vilket gör att man i upphandlingen inte efterfrågar nya lösningar. Att identifiera behoven i verksamheten är därför viktigt för att en innovationsupphandling ska lyckas. Ytterligare ett skäl till att innovationer inte uppstår i tillräckligt stor omfattning naturligt vid vanlig upphandling kan vara att offentliga myndigheter kan vara oberäkneliga köpare. Detta gör att satsningar på nya lösningar uppfattas som riskfyllda av företagen eftersom man inte vet om man kommer att ha nytta av innovationerna i nästa upphandling och de krav som då ställs. Innovationsupphandling är dock inte lämplig i fall där marknaden själv klarar av att skapa innovationer i en samhällsekonomiskt optimal omfattning.

För det andra ska det finnas förutsättningar på marknaden för att det ska gå att ta fram de innovationer som önskas. Om man önskar få fram t ex elektrifierade hjullastare så krävs det att den tekniska utvecklingen är så pass långt framme att företagen kan ta fram sådana maskiner till en rimlig kostnad och på rimlig tid. Om så inte är fallet kommer inte tillräckligt många och kvalificerade anbud att komma in. Det krävs därmed goda kunskaper om både den tekniska utvecklingen och företagens, i detta fall både arbetsmaskinstillverkarna och entreprenörernas, situation för att man ska kunna identifiera lämpliga fall för en innovationsupphandling.

För det tredje ska upphandlingen vara av en tillräcklig storlek, det vill säga tillräckligt kommersiellt intressant, för att de bäst lämpade entreprenörerna ska finna det mödan värt att delta i anbudskonkurrensen. Om utvecklingskostnaderna för en potentiell anbudsgivare vida överstiger värdet av upphandlingen är det osannolikt att den kan lyckas. En komplicerande faktor för arbetsmaskiner är att Stockholms stad i mycket begränsad omfattning i dagsläget upphandlar arbetsmaskiner direkt, i stället upphandlas den verksamhet som arbetsmaskinerna används i, t ex vägunderhåll, parkskötsel eller markarbeten. Detta gör att man i en upphandling behöver involvera både arbetsmaskinstillverkare och entreprenörer. För att det ska vara möjligt att använda innovationsupphandling för att få fram nya typer av arbetsmaskiner krävs ett omfattande arbete med att identifiera de maskintyper och de situationer där det finns förutsättningar för att en innovationsupphandling kan lyckas.

Innovationsupphandling liksom andra utvecklade former av upphandling ställer stora krav på kunskap och resurser hos de som upphandlar. Kostnader uppstår alltså inte bara genom att staden får betala för en del av teknikutvecklingen utan också genom att man behöver förstärka kompetensen på upphandlingsenheterna.

### Frågor att driva nationellt och inom EU

Stockholm stad kan verka för att de hinder för kravställande i upphandling som nu finns undanröjs. När det gäller svårigheterna att kravställa utifrån

energieffektivitet kan staden driva frågor om en internationell standard för bränsleförbrukning och utsläppsklasser för el- och hybridmaskiner både nationellt och inom EU.

För att det ska vara möjligt att använda miljözonsbestämmelserna som ett kommunalt styrmedel för minskade utsläpp från arbetsmaskiner behövs flera kompletterade styrmedel och regelverk. Förutom att miljözonslagstiftningen behöver utvidgas till att också omfatta arbetsmaskiner krävs ett nationellt register över arbetsmaskiner där endera utsläppsklass eller bränsleförbrukning framgår.

Etablerandet av standarder och regelverk sker successivt och vanligtvis över lång tid, men takt och nivåer kan påverkas nationellt eller genom samarbeten mellan större städer i olika länder. En sådan styrning ”ovanifrån” förutsätter dock det finns mottaglighet och efterfrågan ”underifrån”, dvs ett tryck från konsumenter/beställare. Stockholms stad kan bidra till att etablera ett sådant tryck genom att synliggöra värdet av för lokalt kravställande i t.ex. upphandlingar.

### **Utsläppsklass el och hybrid**

För *personbilar, lastbilar och bussar* finns i dagsläget i den svenska lagstiftningen utsläppsklasser för eldrivna fordon respektive hybrider (utsläppsklass el, elhybrid och laddhybrid).

Möjligheterna att främja användningen av el- och hybridarbetsmaskiner genom upphandlingskrav och miljözonsbestämmelser, skulle förbättras av ett motsvarande svenskt regelverk för utsläppsklassning av arbetsmaskiner.

Teknik- och marknadsutvecklingen för hybrider och eldrivna arbetsmaskiner gör att det på sikt bör finnas förutsättningar för inrättande ”utsläppsklass el” ”utsläppsklass hybrid” också för arbetsmaskiner. Det skulle i så fall komplettera den klassning av arbetsmaskiner som i dag finns i förordningen (1998:1709) om avgaskrav för vissa förbränningsmotordrivna mobila maskiner.

Vilka krav som kan ställas på olika maskintyper för en hybridklassning behöver utredas närmare också med beaktande av internationella standarder. Stockholms stad kan tillsammans med andra kommuner och intressenter verka för att staten tar initiativ till en sådan utvecklad utsläppsklassning.

### **EU-reglering av arbetsmaskiners klimatpåverkan**

En reglering av arbetsmaskiners utsläpp av växthusgaser kan, givet att kraven sätts på en ändamålsenlig nivå, förväntas skapa incitament för utveckling och marknadsintroduktion av fler hybrider och eldrivna arbetsmaskiner.

På framförallt personbilssidan har successivt skärpta koldioxidkrav haft stor betydelse för att öka energieffektiviteten och minska utsläppen. Kraven är utformade så att de genomsnittliga koldioxidutsläppen från de nya personbilar som varje tillverkare registrerar ett visst år måste understiga ett visst antal gram per km. Gränsen sänks successivt med flera års framförhållning. EU-regleringen har också legat till grund för definitioner och gränsvärden i svenska regelverk och styrmedel kopplat till miljöbilar. I nästa led har EU-regelverket legat till grund för krav i kommunala upphandlingar.

En EU-reglering av arbetsmaskiners växthusgasutsläpp kan ta olika vägar och vara av informations-/märkningskaraktär eller verka tvingande för utsläppsnivåerna hos de maskiner som en producent får sätta på marknaden efter ett visst datum.

Oavsett om en EU-reglering syftar till att ställa krav på genomsnittliga koldioxidutsläpp för olika typer av arbetsmaskiner, eller enbart till en märkning av maskinernas "klimat effektivitet", krävs ett omfattande arbete på EU-nivå för att på allsidigt och rättvisande sätt fastställa hur stora utsläppen är per mängd utfört arbete. För att kostnaderna för ett sådant omfattande administrativt arbete ska anses vara motiverad måste det kunna påvisas en tydlig och bred efterfrågan hos kunder och beställare, t.ex. kopplat till planerade upphandlingskrav.

Stockholms stad kan, tillsammans med andra svenska och europeiska städer och intressenter, gentemot EU-kommissionen visa på värdet av koldioxidrelaterade upphandlingskrav och betydelsen av en gemensam europisk "klimat effektivitetsmärkning" av maskiner för att kraven ska bli träffsäkra. Stockholm kan också särskilt verka för att Sverige ska vara pådrivande för någon form av EU-reglering av arbetsmaskiners klimatpåverkan.

### **Standard för att mäta bränsleförbrukning**

En reglering av arbetsmaskiners utsläpp, i enlighet med föregående stycke, förutsätter mätvärden för klimatpåverkande utsläpp kopplat till arbetsmaskinernas körcykler, motsvarande dagens uppgifter för personbilars utsläpp i gram CO<sub>2</sub>/km.

För att upphandlingskrav ska styra mot minskade utsläpp på ett effektivt sätt, är det på längre sikt väsentligt att det tas fram standarder för att mäta bränsleförbrukning. Utarbetandet av körcykler för arbetsmaskiner är mer komplicerat än för t.ex. personbilar, eftersom det är stora variationer i det arbete arbetsmaskinerna utför samtidigt som energieffektiviteten inte bara kopplat till motorn utan maskinen i sin helhet.

Sverige kan verka inom EU för att ansträngningar görs och resurser avsätts för att påskynda framtagandet av standarder för arbetsmaskiners bränsleförbrukning. För att påverka i den riktningen kan Stockholms stad tillsammans med andra aktörer (i första hand Trafikverket och större kommuner) tydliggöra betydelsen av sådana standarder för att upphandlingskrav ska kunna utvecklas som ett klimatpolitiskt verktyg.

### **Miljözonsbestämmelser**

#### ***Dagens miljözoner***

Åtta svenska kommuner ( däribland Stockholm ) tillämpar i sina stadskärnor miljözoner för att möta problem med dålig luftkvalitet på grund av utsläpp från trafiken. För att få köra inom miljözonerna måste vissa typer av fordon uppfylla vissa successivt striktare miljökrav. Miljözonerna kompletterar bestämmelserna om utsläppskrav på nya fordon, genom att motverka användningen av äldre fordon med dålig miljöprestanda i stadskärnorna. I dagsläget tar miljözonernas krav i första hand sikte på utsläppen av kväveoxider och partiklar och det är enbart tunga bussar och tunga lastbilar

som omfattas av regelverket. Arbetsmaskiner omfattas inte av miljözonernas bestämmelser.

De lokala bestämmelserna är samma för alla svenska städer med miljözon och bygger på bestämmelserna i Trafikförordningen (1998:1276). Det är med utgångspunkt i EU:s utsläppsklassning av fordon som det avgörs vilka som är tillåtna inom miljözon. För Stockholms stads del är det alltså helt avgörande att påverka nationellt och internationellt beslutsfattande för att miljözoner ska kunna bli ett styrmedel för fossilbränslefria arbetsmaskiner.

### ***Utvecklade miljözoner?***

Transportstyrelsen lämnade hösten 2016 förslag om förändrade miljözonsbestämmelser som även gäller personbilar, lätta bussar och lätta lastbilar. Transportstyrelsen föreslår två nya typer av miljözoner, klass 2 och klass 3. I den striktare av dessa föreslås t.ex. att de lätta fordonen ska drivas med el eller vätgas.

Transportstyrelsen har i sitt utredningsarbete övervägt om även andra fordon som t.ex. mobila maskiner ska inkluderas i bestämmelserna.

Transportstyrelsen ser inte någon möjlighet att inkludera mobila maskiner i bestämmelserna med hänvisning till att "uppgifterna om fordonens miljöklass är svåråtkomliga, uppgifter om fordonens identitet är svåråtkomliga och fordonen förekommer inte i vägtrafikregistret". (Transportstyrelsen 2016)

### ***Miljözonsbestämmelser för arbetsmaskiner***

Tvingande regelverk som skärper miljökraven successivt och med förutsägbarhet och god framförhållning skulle öka incitamenten för framförallt företag inom entreprenadsektor, men också för kommunal sektor, att investera i en moderniserad maskinpark som inte bara uppfyller krav gällande partiklar, utan som också är mer energieffektiva och i högre grad elektrifierade.

Kravställande avseende lokala utsläpp av kväveoxider och partiklar kan också leda till minskade utsläpp av koldioxid om reglerna utformas på ett sätt som understödjer utvecklingen av el- och hybriddrift. Det finns påtagliga synergier när åtgärder för friskare luft och minskad klimatpåverkan samverkar. T.ex. motiverar Transportstyrelsen sitt förslag om nya miljözoner med krav på el- eller vätgasdrift för lätta fordon, med att det skulle minimera antalet fordon som avger avgaser som är skadliga för miljö och hälsa.

Stockholms stad kan gentemot staten verka för att miljözonsbestämmelserna utvecklas till att omfatta sådana arbetsmaskiner som regleras av EU-förordning 2016/1628 om krav för utsläppsgränser vad gäller gas- och partikelformiga föroreningar samt typgodkännande av förbränningsmotorer för mobila maskiner som inte är avsedda att användas för transporter på väg. Efter ett eventuellt framtida införande av utsläppsklasser el och hybrid för arbetsmaskiner, skulle också en sådan klassificering kunna ligga till grund för miljözonsbestämmelser.

### ***Samlat nationellt register över arbetsmaskiner***

En grundförutsättning för att miljözoner ska fungera som styrmedel för fossilfria arbetsmaskiner är att registreringen av maskinerna utvecklas. Som konstateras ovan, har Transportstyrelsen i sitt utredningsarbete om

utvecklade miljözoner konstaterat att bristen på registeruppgifter försvårar inkluderingen av arbetsmaskiner i miljözonsbestämmelserna.

Också för offentliga beställares möjligheter att använda klimatkrav i upphandlingar är det avgörande att på ett säkert och effektivt sätt kunna verifiera statusen på de anläggningsmaskiner som används, gällande motor, bränsleförbrukning och utsläpp.

Verktyg i form av databaser eller register över maskinerna underlättar både beställarnas och entreprenadbranschens klimatarbete.

Det är dock inte så att det i dag helt saknas register över tunga arbetsmaskiner. Traktorer samt motorredskap som antingen är konstruerade för hastighet över 30 km/h eller kör på allmän väg ska vara registrerade i vägtrafikregistret för att få brukas. Ett motorredskap i lagens mening utgörs t.ex. av hjullastare, grävlastare, hjulschaktare och hjulgrävmaskiner. Men såväl ur beställares som maskinentreprenörers perspektiv är uppgifterna i vägtrafikregistret otillräckliga.

Utvecklade register behövs i alla led; för att statistiskt få grepp om nuläget i maskinparken, för att ställa ändamålsenliga krav och för att kunna kontrollera utfall/efterlevnad. Vid sidan av miljöaspekten, finns också stora värden med register ur stöld- och säkerhetsperspektiv, vilket är av relevans för polis och försäkringsbolag. En möjlig förebild för ett nationellt register över arbetsmaskiner, om än baserat på frivillighet, finns i Norge.

Stockholms stad bör tillsammans med såväl offentliga och privata aktörer på beställar-, entreprenör- och försäljningssidan verka för att staten tar fram och implementerar ett samlat nationellt register över arbetsmaskiner som är så heltäckande som är praktiskt möjligt. Ett sådant register bör successivt kompletteras med nya typer av uppgifter som tas fram, t ex gällande arbetsmaskinernas bränsleeffektivitet baserat på standardiserade körcykler.

## 6 REKOMMENDATIONER

### 6.1 PÅ KORT SIKT - DIREKTA UTSLÄPPSMINSKNINGAR

#### Upphandlingskrav

Det är i dagsläget inte möjligt att ställa upphandlingskrav gällande energieffektivitet på arbetsmaskiner som används i stadens verksamhet, t ex vinterväghållning, reparationer av vattenledningar eller vid markarbeten vid nyexploatering. Dels saknas bränsleförbrukningsuppgifter för arbetsmaskiner och dels är utbudet av hybridiserade och elektrifierade maskiner alldeles för litet i nuläget. Det som däremot är möjligt idag är att ställa krav på användning av biodrivmedel. Både HVO och i viss utsträckning B100 (RME) är möjliga att använda i arbetsmaskiner med dieselmotor. Däremot finns det i stort sett inga maskiner på marknaden med motorer anpassade för andra drivmedel än diesel såsom biogas eller ED95.

Det förslag till nya upphandlingskrav för arbetsmaskiner i staden som tagits fram innehåller krav på att minst 20 procent av energianvändningen för



arbetsmaskiner och fordon ska bestå av höginblandade biodrivmedel eller förnyelsebar el. Upphandlingskravet möjliggör såväl elektrifierade maskiner som arbetsmaskiner med anpassade motorer för t ex biogas eller etanol. Med dagens kostnader för olika tekniker är det dock svårt att se att kravet inom de närmaste åren kommer att leda till något annat än inblandning av HVO eller möjligtvis B100. Det är dock viktigt att upphandlingskraven inte omöjliggör ny teknik såsom elektrifiering.

Att ersätta fossil diesel med HVO eller B100 är på kort sikt den mest framkomliga vägen för att minska växthusgasutsläppen från arbetsmaskiner. Med dagens priser på HVO och fortsatt skattebefrielse är det också ett billigt sätt för upphandlaren. En ökad global efterfrågan på HVO kan dock leda till höjda priser vilket gör att skattebefrielsen kanske inte längre täcker merkostnaden för HVO jämfört med fossil diesel. I så fall uppstår en merkostnad vid upphandlingen vid krav på användning av HVO. Man kan heller inte bortse ifrån systemperspektivet vid användning av HVO då den globala tillgången på HVO med låga livscykelutsläpp av växthusgaser är ytterst begränsad. Trots detta anser vi att upphandlingskrav där man kräver att en viss andel av energianvändningen kommer från biodrivmedel (utanför reduktionsplikten) eller förnyelsebar el är ett rimligt styrmedel i nuläget, i likhet med de nya upphandlingskrav som föreslås. På några års sikt är det däremot troligt att HVO helt inlemmas i reduktionsplikten och när så sker är det inte längre verkningsfullt att ställa upphandlingskrav på användning av ren HVO.

Man ska vara medveten om att med den föreslagna reduktionsplikten som premierar ”bra” biodrivmedel kommer priset på HVO att differentieras utifrån den enskilda bränsleleveransens livscykelutsläpp. Detta ger starka incitament för bränsleleverantörerna att leverera ren HVO med relativt höga livscykelutsläpp utanför reduktionsplikten. Utsläppen kan dock inte bli hur höga som helst eftersom det för skattebefrielse ställs krav på att drivmedlet måste klara Energimyndighetens krav på livscykelutsläpp för att få ett hållbarhetsbesked. Vill man att den HVO som används i en upphandling ska ha högre utsläppsreduktion än minimikraven enligt hållbarhetsbeskedet måste man kravställa särskilt på detta.

### Inköspolicy

I de verksamheter där staden själv köper in maskiner och drivmedel är det enklare att prova nya lösningar. Det är dock i princip enbart kyrkogårdsförvaltningen som driver sin verksamhet i egen regi och därmed själva gör inköp av såväl maskiner som drivmedel. Vi ser inget behov av att förändra hur kyrkogårdsförvaltningen agerar vid inköp av maskiner och drivmedel. De har redan idag en ambition att ligga i framkant och prova olika typer av främst elektrifierade maskiner. En avvägning behöver dock göras med verksamhetens behov av driftsäkra maskiner. Kyrkogårdsförvaltningen planerar redan nu en övergång från fossil diesel till HVO för sina dieseldrivna maskiner. När det gäller alkylatbensin finns det idag inga biobaserade alternativ.

### Krav vid markanvisning

Krav på arbetsmaskiner och drivmedel vid markanvisningen befinner sig i något av en juridisk gråzon. Då byggherrarna har starka incitament att hålla



sig väl med staden är det förmodligen i praktiken möjligt att ställa olika typer av krav vid markanvisningen men det är inte självklart hur staden ska agera om byggherrarna inte följer de krav som ställts. Vi rekommenderar därför inte att man i nuläget ställer krav på t ex användning av HVO i arbetsmaskiner som utför arbeten åt en byggherre som fått en markanvisning av staden. Möjligheterna att kontrollera efterlevnaden är för små.

Däremot är det rimligt att staden förbereder sig för hur de skulle kunna använda markanvisningsredskapet i en situation där det finns hybridiserade och elektrifierade maskiner på marknaden. Hur skulle man kunna använda t ex markanvisningstävlingar för att premiera användningen av elektrifierade maskiner? Det är möjligt att det är enklare att ställa krav vid markanvisning på användande av vissa arbetsmaskiner än att utforma juridiskt hållbara upphandlingskrav när det saknas uppgifter om bränsleförbrukning hos arbetsmaskinerna. Detta behöver dock utredas närmare. I dagsläget rekommenderar vi däremot inte att man använder markanvisningar för att påverka utsläppen från arbetsmaskiner.

## 6.2 PÅ KORT SIKT - INDIREKTA UTSLÄPPSMINSKNINGAR

Eftersom utbudet av arbetsmaskiner som drivs helt eller delvis av elektricitet är så litet är det inte möjligt att nu ställa krav på att sådana ska användas i stadens verksamhet. Inte heller arbetsmaskiner som kan drivas med alternativa drivmedel finns tillgängliga på marknaden i tillräcklig utsträckning för att det ska vara möjligt att ställa krav på användande av sådana. Om staden vill bidra till att påskynda utvecklingen mot såna maskiner är deltagande i innovationsupphandling eller demonstrationsprojekt ett sätt. En innovationsupphandling eller någon annan form av subventionsprogram innebär att det offentliga under en tidsbegränsad period bär kostnaderna för de osäkerheter som är förknippade med nya tekniker. Vi föreslår att staden undersöker intresset hos främst Energimyndigheten och Trafikverket för innovationsupphandling eller ett demonstrationsprojekt för elektrifierade eller hybridiserade arbetsmaskiner inriktade mot exploatering och byggande. För att en innovationsupphandling ska lyckas behöver den tekniska utvecklingen hos arbetsmaskiner ha kommit tillräckligt långt. Upphandlingen måste också vara av en tillräcklig storlek, det vill säga tillräckligt kommersiellt intressant, för att de bäst lämpade entreprenörerna ska delta. För att det ska vara möjligt att använda innovationsupphandling för att få fram nya typer av arbetsmaskiner krävs därmed ett omfattande arbete med att identifiera de maskintyper och de situationer där det finns förutsättningar för att en innovationsupphandling kan lyckas. I vissa fall kan också den marknadsstorlek som Stockholm kan erbjuda vara för liten. Av dessa skäl bedömer vi att staden bör samarbeta med främst Energimyndigheten och Trafikverket, som har kompetens inom detta område. Ju mer omfattande utveckling som innovationsupphandlingen omfattar desto viktigare är det att hitta samarbetspartners för att få en tillräckligt stor marknad. Stadens roll i ett sådant projekt skulle kunna vara att erbjuda en demonstrationsverksamhet. Det skulle t ex kunna vara ett nytt stadsutvecklingsområde där elektrifierade eller hybridiserade maskiner kan användas för markarbeten. Vi bedömer att

elektrifierade eller hybridiserade maskiner inom byggsektorn är ett lämpligt objekt för demonstrationsprojekt. Stationära arbeten, där en och samma maskin under en lång tid används inom ett begränsat område för ett visst arbete lämpar sig bättre för demonstrationsprojekt av ny teknik än verksamheter såsom t ex vägunderhåll där en viss maskin rör sig i ett stort geografiskt område och växlar mellan arbete för olika beställare.

Vi föreslår att staden inte engagerar sig i projekt för att stimulera utvecklingen av arbetsmaskiner som drivs av en förbränningsmotor som kan använda andra drivmedel än (fossil eller biobaserad) diesel. Skälet till detta är att det inte finns någon drivkraft i form av kostnadsbesparingar för entreprenörerna vid en övergång till t ex biogas eller ED95. Elektrifiering däremot innebär kraftigt minskade drivmedelskostnader som på sikt bör kunna uppväga en högre investeringskostnad för en elektrifierad maskin. Givet att de elektrifierade maskinerna blir tillräckligt billiga så kommer därför entreprenörerna frivilligt att byta ut sina dieseldrivna arbetsmaskiner mot elektrifierade maskiner. Motsvarande kostnadsminskning finns inte om man byter ut en dieselmotor mot en biogasmotor. Snarare riskerar man att både få högre driftkostnader och en högre inköpskostnad vilket gör att det helt saknas egna drivkrafter för en övergång till biogas hos entreprenörerna. Medan ett tillfälligt stöd till eldrift kan leda till att eldrift blir kommersiellt bärkraftig ser vi inte att t ex biogasdrivna arbetsmaskiner på motsvarande sätt har förutsättning för att vara kommersiellt bärkraftiga när stödperioden är slut.

Både ett register över arbetsmaskiner och uppgifter om bränsleförbrukning skulle hjälpa staden i dess arbete med att minska utsläppen från arbetsmaskiner. Vi föreslår att staden aktivt verkar för skapandet av ett nationellt register över arbetsmaskiner, t ex genom påverkansarbete gentemot nationella myndigheter och nationell politik. T ex har Naturvårdsverket uppmärksammat frågan och staden bör fortsätta i kontakterna med t ex Naturvårdsverket och Trafikverket verka pådrivande för att ett sådant nationellt register över arbetsmaskiner skapas och att det får en sådan utformning att staden kan ha nytta av det vid t ex upphandling. Även när det gäller utvecklingen av körcykler för att kunna ta fram officiella värden för bränsleförbrukning bör staden aktivt verka för att påskynda ett sådant arbete. För att påverka i den riktningen kan Stockholms stad tillsammans med andra aktörer (i första hand Trafikverket och större kommuner) tydliggöra betydelsen av sådana standarder för att upphandlingskrav ska kunna utvecklas som ett klimatpolitiskt verktyg.

### 6.3 PÅ LÅNG SIKT

I ett läge där det finns elektrifierade maskiner på marknaden men dessa inte är fullt kommersiellt lönsamma är det lämpligt att ställa upphandlingskrav gällande användning av elektrifierade maskiner. Givet att entreprenörerna har tillgång till elektrifierade arbetsmaskiner är det juridiskt relativt enkelt att ställa krav på full elektrifiering.

För att ställa krav på energieffektivitet utan att man specificerar hur denna energieffektivitet ska uppnås krävs däremot uppgifter om enskilda maskiners bränsleförbrukning. Detta saknas idag vilket omöjliggör krav på arbetsmaskiner som motsvarar de krav som ställs på personbilars

koldioxidutsläpp i upphandlingar. När sådana finns på plats kan man överväga energieffektivitetskrav på arbetsmaskiner i upphandlingar.

## 7 FÖRVÄNTADE KOSTNADER OCH UTSLÄPPSMINSKNINGAR

I detta avsnitt går vi igenom två exempel på åtgärder för att minska utsläppen som staden kan vidta och gör översiktliga beräkningar på tänkbara kostnader och utsläppsminskningar för dessa. För en övergång till HVO via upphandlingskrav för vi ett resonemang kring tänkbara kostnader och utsläppsminskningar. Vårt andra exempel är om staden väljer att stödja teknikutveckling mot hybridisering och elektrifiering, t ex genom ett subventionsprogram eller genom att i ett tidigt skede innan teknikerna blivit kommersiellt lönsamma ställa upphandlingskrav. Här gör vi ett räkneexempel där vi visar hur ökade kostnader för arbetsmaskiner kan påverka byggkostnaderna.

### 7.1 UPPHANDLINGSKRAV PÅ HVO

Så länge som ren HVO är skattebefriad och skattebefrielsen täcker mellanskillnaden i produktpris mellan HVO och fossil diesel innebär upphandlingskrav på användning av HVO små eller inga kostnader för den upphandlande myndigheten. Den kostnad som uppstår genom högre produktpris för HVO jämfört med fossil diesel tas av staten i form av minskade skatteintäkter. Vilka utsläppsminskningar som sådana upphandlingskrav ger upphov till beror på hur man ser på möjligheten att öka produktionen av HVO med låga livscykelutsläpp. Restprodukter och avfall som är lämpliga för tillverkning av HVO är en begränsad resurs vilket gör att det snarare är utbudet av HVO baserat på hållbara råvaror som är begränsande än utbudet av HVO generellt. Om utbudet av "bra" HVO inte kan öka i samma omfattning som efterfrågan riskerar ytterligare efterfrågan på HVO för arbetsmaskiner i Stockholm att leda till att användningen minskar någon annanstans. I ett sånt scenario leder upphandlingskraven inte till någon ökad användning av HVO. Däremot kommer priset på HVO i ett sådant scenario att öka vilket innebär att även den diesel som genom reduktionsplikten innehåller låginblandad HVO ökar i pris vilket i sig kan ha en dämpande effekt på användningen av diesel. Indirekt kan därmed upphandlingskrav på HVO leda till minskade utsläpp av växthusgaser även om utbudet av HVO inte ökar. Om däremot utbudet av HVO kan öka i den utsträckning som efterfrågan ökar så leder krav på användande av HVO till omfattande utsläppsminskningar.

### 7.2 TIDIG IMPLEMENTERING AV HYBRIDISERADE ELLER ELEKTRIFIERADE ARBETSMASKINER

Styrmedel som syftar till att stödja teknisk utveckling, antingen genom olika former av innovationsupphandlingar eller att helt enkelt sträva efter att tidigt köpa t ex elektrifierade arbetsmaskiner, har en oklar påverkan. Det kan

påverka utvecklingen i rätt riktning men det är svårt att veta hur stor utväxlingen är på investerade medel.

I den egna verksamheten kan stöttandet av den tekniska utvecklingen innebära att t.ex. kyrkogårdsförvaltningen får något ökade kostnader. I de fall då staden använder sig av denna typ av krav i större verksamheter, som till exempel exploateringskontorets egen verksamhet eller i fallet med markanvisningar olika byggherrars verksamhet riskerar kostnaderna att bli betydligt större. För att illustrera detta kan vi studera hur kostnaderna för att nå stadens bostadsbyggnadsmål påverkas av att nya tekniker används.

Skillnaden mellan nya tekniker och biobränslen är att nya tekniker som hybridisering och elektrifiering har börjat tas fram, inte bara för att minska utsläppen, utan också för deras potential att minska kostnaderna. Detta innebär att även om de på kort sikt kan öka kostnaderna förväntas de på lång sikt minska kostnaderna. Nedan kommer vi därför att genom ett räkneexempel titta på vilka kostnader som en tidig implementering av dessa nya tekniker skulle kunna innebära.

Kostnaderna för att bygga ett bostadshus består till 53 procent av kostnader för själva byggnationen, övriga kostnader är moms och kostnader för marken<sup>16</sup>. Av dessa 53 procent utgör arbetsmaskiner i genomsnitt 5 procent av kostnaderna<sup>17</sup>. Givet att en arbetsmaskintimme i snitt kostar mellan 800 och 900 kronor och att en arbetsmaskin i snitt drar 28 liter diesel om dagen<sup>18</sup> till ett pris om 13 kr/litern innebär detta att cirka 5 procent av maskinkostnaden är bränsle. Om maskinisten har en lön på 30000 kronor i månaden, företaget har en overhead på 10 procent och en vinst på 8 procent<sup>19</sup> innebär det att kapitalkostnaderna utgör 40 procent av kostnaden.

Om en ny hybridlösning medför ökade inköpskostnader om 25 procent och att bränslekostnaden minskar med 50 procent kommer den totala kostnaden för arbetsmaskinerna öka med 7 procent. Det innebär att den totala kostnaden för byggandet ökar ungefär 0,27 procent.

Den genomsnittliga produktionskostnaden för en lägenhet i Stor-Stockholm var 2015 cirka 2 700 000 kronor. Kostnadsökningen till följd av att introducera den nya tekniken i arbetsmaskinerna hade i detta fall då varit cirka 7000 kronor per lägenhet. Givet en byggtakt på 6000 lägenheter om året hade det inneburit en kostnad på cirka 43 miljoner per år. En merkostnad på 7000 kronor per lägenhet innebär knappast att planerade bostäder blir olönsamma att bygga. Däremot skulle höga krav på arbetsmaskiners egenskaper kunna leda till att det blir svårt för entreprenörerna att på kort sikt maskinförsörja alla de byggprojekt som planeras. Eventuella risker att nå stadens byggmål ligger snarare där än i ökade kostnader.

Enligt detta resonemang skulle utsläppen från arbetsmaskiner engagerande i bostadsbyggandet i Stockholms stad förbruka ca 2850 kubikmeter diesel per

---

<sup>16</sup>

[https://publikationer.sverigesbyggindustrier.se/Userfiles/Info/1137/Kostnader\\_konkurrens\\_1612.pdf](https://publikationer.sverigesbyggindustrier.se/Userfiles/Info/1137/Kostnader_konkurrens_1612.pdf)

<sup>17</sup> Telefonintervju med Caroline Neander, SCB, 2017-09-05

<sup>18</sup> Enligt uppgift från Ulf Dahlberg, Stockholm vatten 2017-09-01

<sup>19</sup>

[https://publikationer.sverigesbyggindustrier.se/Userfiles/Info/1137/Kostnader\\_konkurrens\\_1612.pdf](https://publikationer.sverigesbyggindustrier.se/Userfiles/Info/1137/Kostnader_konkurrens_1612.pdf)

år. Den 50-procentiga minskningen av drivmedel skulle alltså innebära en besparing på ungefär 1400 kubikmeter diesel per år, motsvarande 4200 ton koldioxid. Denna kostnadsökning respektive utsläppsminskning skulle innebära att skuggpriset på den koldioxid som sparas är drygt 10 kronor kilot.

Detta är dock endast ett räkneexempel på en teknik som ännu inte finns med bränslebesparingar som vi ännu inte vet hur stora de är. Staden måste alltså varje gång den överväger att på olika sätt premiera användningen av nya tekniker göra en marknadsanalys för att se hur mycket den nya tekniken kostar och hur mycket den sparar. Först därefter är det möjligt att ta ställning till vilka styrmedel som är rimliga och om kostnaden är acceptabel.

# LITTERATURFÖRTECKNING

- Energimyndigheten. (2016a). *Drivmedel och biobränslen 2015*. Eskilstuna: Energimyndigheten Rapport 2016:12.
- Energimyndigheten. (2016b). *Förslag till styrmedel för ökad andel biodrivmedel i bensin och diesel*. ER 2016:30.
- Göteborg stad. (2017). *Mäta arbetsmaskiners klimatpåverkan i byggtreprenad - pilotprojekt för Tuve centrum*. Dnr: 2914/14.
- Larsson, G. (2012). Potential för bränslebesparingar genom hybridisering av hjullastare. Rapport 044. Institutionen för energi och teknik: Uppsala
- Lundvall, K., & von Utfall Danielsson, C. (2014). *Varför upphandlar inte den offentliga sektorn fler innovationer?* Uppdrag Välfärd.
- Nykvist, B. & Nilsson, M. (2015). Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles. *Nature Climate Change* 5 (4), 329-332
- Svenska miljöinstitutet IVL. (2015). *Byggnadens klimatpåverkan - Livscykelberäkning av klimatpåverkan och energianvändning för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong*. Rapport nr B 2217.
- Svenska miljöinstitutet IVL. (2016). *Byggnadens klimatpåverkan. Livscykelberäkning av klimatpåverkan för ett nyproducerat flerbostadshus med massiv stomme av trä*. Rapport nr B 2260.
- Trafikverket. (2012). *Arbetsmaskiners klimatpåverkan och hur den kan minska - Ett underlag till 2050-arbetet*. Utförd av WSP Analys och Strategi.
- Trafikverket. (2013). *Trender inom tekniks utveckling och åtgärder för energieffektiva arbetsmaskiner - Kartläggning av hur tillverkare och användare av arbetsmaskiner arbetar för att minska bränsleförbrukning och emissioner till luft*. Utförd av Sweco.
- WSP Analys och Strategi. (2017). *Fossilfrihet för arbetsmaskiner*. På uppdrag av Energimyndigheten.

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 36 500 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 3 700 medarbetare. [www.wsp.com](http://www.wsp.com)

### WSP Stab

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)

