

# FRÅN KOLVÄTEUTSLÄPP TILL SKOGSSKADOR

En miljöeffektstudie inför Volvos Uddevallaetablering utförd på uppdrag av miljö- och hälsoskyddsnämnden i Uddevalla.

GÖRAN PETERSSON

Augusti 1985

Skogsdöden är kanske det allvarligaste miljöproblem vi hittills ställts inför. I Sverige är skogarna utefter Västkusten speciellt hårt drabbade. Utsläppen från Volvos kommande Uddevallafabrik ökar luftföroreningsbelastningen ytterligare. Denna rapport syftar till att ge ett underlag för en bättre förståelse av samband mellan dessa utsläpp och miljöpåverkan på framför allt skogen.

Centrala samband och slutledningar med direkt anknytning till Volvos kommande utsläpp och Västsverige har samlats till en separat rapport. Denna bygger på en andra rapportdel, som är mer djupgående, men för icke-kemisten kanske också mer svårläst. Främst behandlas där kemiska omvandlingar i luft och hur halterna av olika ämnen påverkas av utsläppsplymernas spridning under olika förhållanden. Den som vill tränga ännu djupare kan via givna referenser gå till originallitteraturen.

Rapporten beställdes under senvåren 1985 av Uddevalla miljö- och hälsoskyddsnämnd efter en preliminär diskussion där även länsstyrelsens naturvårdsenhet var representerad. Jörgen Ohlson vid miljö- och hälsoskyddskontoret har bidragit med underlagsmaterial. Skoglig information har Roland Wenzel vid Skogsvårdsstyrelsen i Uddevalla välvilligt lämnat.

För rapportens innehåll ansvarar rapportförfattaren ensam.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

### DEL I

#### VOLVOS UDDEVALLAUTSLÄPP. SPRIDNING, OMVANDLING OCH EFFEKTER.

Utsläppsplymen från Volvo	sid 1
Kolväteutsläppens sammansättning	2
Växttoxiska ämnen	2
Hälsoeffekter	2
Omvandling i luft	3
Byfjorden och Uddevalla	4
Spridning över Västsverige	5
Var uppstår skogsskador?	6
Samspel med andra utsläpp	7
Uddevalla	7
Saab-Stallbacka och Trestad	8
Stenungsund	8
Göteborg och trafiklederna	9
Västkusten som helhet	11
Motorväg till Uddevalla?	12

VOLVOS UDDEVALLAUTSLÄPP  
SPRIDNING, OMVANDLING OCH EFFEKTER

När denna rapport skrivs är det inte klart vilken omfattning kolväteutsläppen till luft kommer att få. Modern utsläppsbegränsande teknik utprovas och införs nu i Västtyskland av bl a Opel, BMW och Daimler-Benz som en följd av miljökrav i skogsdödens spår. Med användning av sådan teknik och utnyttjande av de speciella möjligheter en nybyggnad ger kan kanske Volvos Uddevallautsläpp begränsas till något hundratal ton/år. Om däremot utsläppen blir tio gånger större, d v s liknande dem vid de gamla svenska anläggningarna, blir naturligtvis också miljökonsekvenserna av en helt annan storleksordning.

Rapporten gäller i princip för båda fallen, men om utsläppen begränsas till hundratalet ton/år utgör de ett problem främst genom att de kommer ovanpå andra större utsläpp i regionen. Utöver den totala utsläppsmängden får också kolvätesammansättningen och utsläppens fördelning över dygnet stor betydelse för miljökonsekvenserna.

Utsläppsplymen från Volvo

Luftföroreningarna från ett utsläpp som t ex Volvos sprids mycket ojämnt i luften och ger halter som varierar tusenfalt i tid och rum. De ibland synliga s k utsläppsplymerna från skorstenar illustrerar detta på korta avstånd och spridningen över många mils avstånd sker i princip på likartat sätt. Detta är en viktig utgångspunkt för en diskussion av miljöaspekter på kolväteutsläppen.

Kolväteutsläppens sammansättning. Kolvätena som släpps ut utgörs i stort sett av lösningsmedlen för billackerna. Vid lackeringen i s k sprutboxar avgår lösningsmedlen till luft om inte reningsteknik används.

Diskussionerna om utsläppen har mycket handlat om xylen. Xylen är det aromatiska kolväte som släpps ut i störst mängd av den svenska bilindustrin. Utöver xylen innehåller utsläppen många andra aromatiska kolväten i betydande mängd. Dessutom innehåller utsläppen precis som vanlig thinner stora mängder av ett fåtal något mer vattenlösliga ämnen. Kemiskt sett utgörs dessa bl a av estrar som butylacetat och av olika glykoletrar.

Växttoxiska ämnen. För skador på skog och annan vegetation bedöms inte kolvätena själva utgöra det stora hotet. Det kommer i stället från ämnen som bildas när kolvätena omvandlas kemiskt i luften. Sådana ämnen har på senare tid börjat tillmätas en större roll för skogsskadorna än t ex den betydligt mer omdiskuterade försurningen. Ozon är det ämne som studerats mest och för vilket flest belegg för vegetationsskador finns från olika håll i världen. Väldokumenterad toxisk effekt på växter har också PAN (peroxiacetylnitrat). Ett flertal andra ämnen inom gruppen peroxider och inom andra grupper av reaktionsprodukter måste också misstänkas. Till detta kommer de ofta avgörande samverkande effekterna mellan olika ämnen.

Hälsoeffekter. En för effekter på människan men även på andra organismer viktig grupp av omvandlingsprodukter är de genotoxiska (mutations- och cancerframkallande). Flera enskilda sådana ämnen och en hög total genotoxisk effekt av reaktionsprodukterna från ett aromatiskt kolväte har påvisats. Detta innebär att omvandlingsprodukter kan vara värre än de utsläppta kolvätena även ur hälsosynpunkt. Vilka hälsorisker utsläppen medför för Uddevallas invånare beror alltså bara till en del på förekommande halter av utsläppta kolväten.

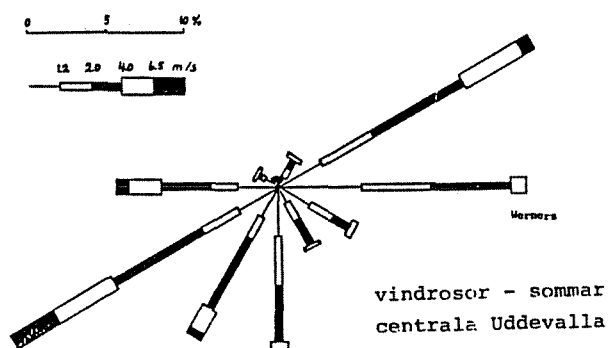
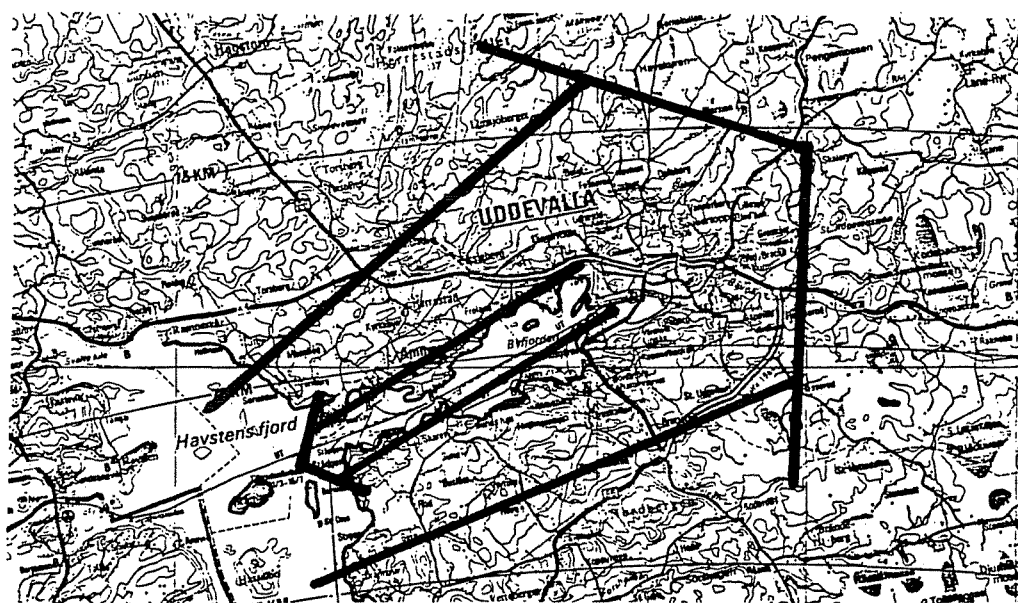
Omvandling i luft. Kolvätenas omvandling efter utsläppet till mer eller mindre miljöfarliga ämnen sker under medverkan av ljus, och reaktionerna går snabbast soliga dagar med hög temperatur. Utsläppt mängd xylen kan då halveras på några timmar under bildning av ett mycket stort antal reaktionsprodukter. Olika kolväten reagerar olika snabbt och ger en mängd olika produkter redan tidigt under reaktionsförloppet.

Ozon och olika peroxider bildas liksom genotoxiska ämnen sent under reaktionsförloppet. Maximal bildningshastighet inträffar vanligen minst ett par timmar efter utsläppet. Till ozonbildningen bidrar de flesta kolvätena förr eller senare alltefter reaktionshastighet. De aromatiska kolvätena ger reaktionsprodukter som kan påskynda även andra ämnens reaktioner. Vissa aromatiska kolväten kan ge upphov till en speciellt hög PAN-bildning. De aromatiska kolvätenas produkter är sannolikt mer genotoxiska än andra kolvätenas.

De varierande reaktionshastigheterna och produkterna gör det angeläget att redovisa och diskutera utsläppsmängder för enskilda kolväten och inte bara total utsläppsmängd. Ju reaktivare kolväten som släpps ut, desto mer drabbas t ex närområdet med Uddevalla tätort av reaktionsprodukterna.

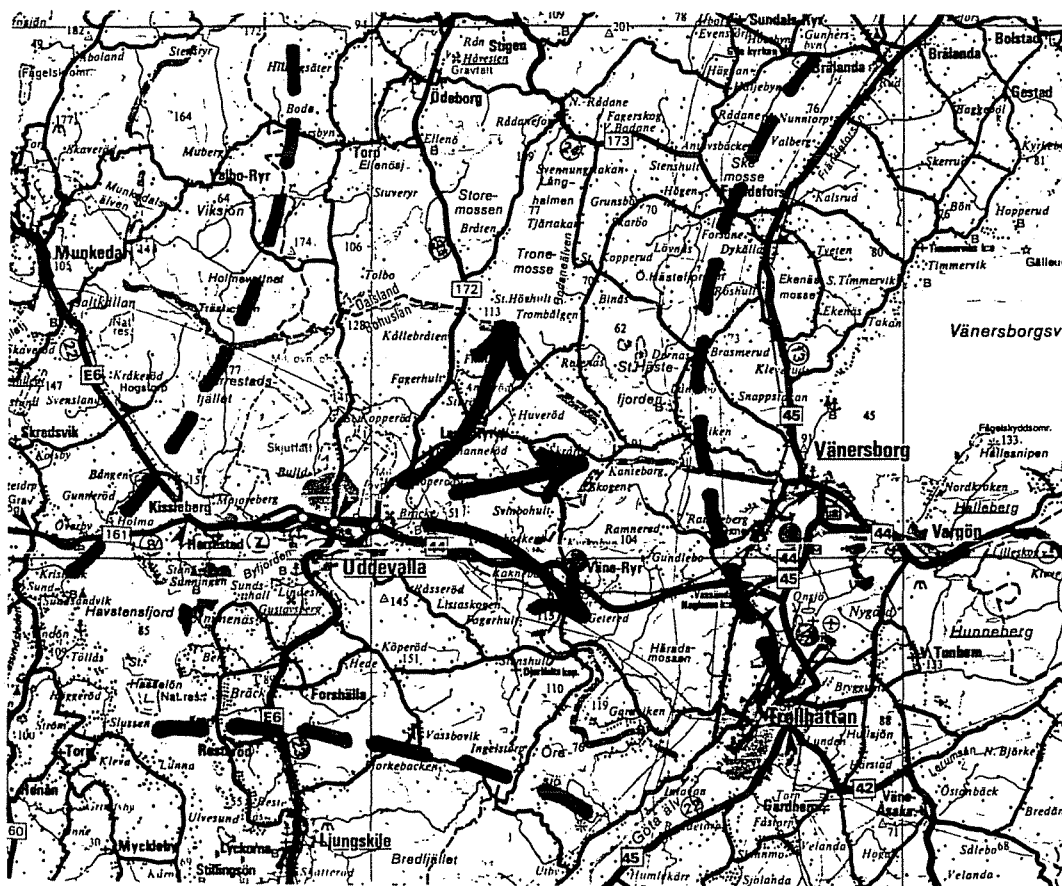
Byfjorden och Uddevalla. Avgörande för hur utsläppen sprids blir i hög grad de speciella vindförhållandena i Uddevalla. Byfjorden och omgivande höjder samt landbris och sjöbris ger en styrningseffekt så att västliga och ostliga vindar dominerar. Land- och sjöbris är speciellt betydelsefulla eftersom dessa vindar ofta är särskilt väl utvecklade under de högtrycksbetonade väderförhållanden som speciellt gynnar snabb bildning av otrevliga produkter från kolväteutsläppen.

Den svaga landbrisen är typisk för efternatten och för då utsläpp från Uddevalla ut över Byfjorden. Havstens fjord fungerar sannolikt som en uppsamlande reservoar. Med solen startar de kemiska reaktionerna och fram på förmiddagen börjar sjöbrisen. Denna för då på bred front med sig den förorenade luften in över bl a Uddevalla igen. Då innehåller den inte bara utsläppta kolväten utan också de ur effektsynpunkt viktiga reaktionsprodukterna.



Stiltjen i övergången mellan landbris och sjöbris kan också leda till en föroreningsansamling över utsläppet. Därför kan sjöbris även föra med sig en tidig och mindre kemiskt omvandlad föroreningstopp direkt från utsläppsområdet. Inte minst för Uddevalla har det därför stor betydelse under vilken tid på dygnet utsläppen sker. Allvarligast är sannolikt utsläpp som sker från midnatt och fram till det att sjöbris börjar på förmiddagen.

Spridning över Västsverige. Sjöbris är vanligen starkare än landbris. En vindstyrka på 3 m/s ger en spridning inåt land på 1 mil/timme. Morgonens utsläpp kan då ge bildning av ozon och PAN m fl skogspåverkande ämnen inom 10 mils avstånd under den första dagen. Spridningen inåt landet kan antas påverkas av sjöbris från Vänern, men måttliga västvindar kan föra in plymen även över områden nära Vänern. Vid svagare vind blir förstadayspridningen mindre men halterna i stället ofta högre.





Var uppstår skogsskador? De ämnen som starkast misstänks för att ge upphov till skogsskador bildas sent under reaktionsförloppet i luft. Med hänsyn till att vinden under sommardagar normalt för plymen in över land är det därför inte självklart att de svåraste skogsskadorna uppstår nära utsläppet. Den spridning och spädning av plymen som sker medför dock att de högsta halterna och därmed de mest utbredda skogsskadorna sannolikt uppstår inom ett avstånd av ca 5 mil. Väster om Uddevalla blir skadorna troligen beroende av om verksamheten bedrivs på sådana tider att utsläppsplymen kan föras ut med landbrisen.

Under natten avstannar de ljusberoende kemiska reaktionerna i plymen och ozon och PAN m fl ämnen nybildas inte längre. Såväl dag som natt sker däremot en förbrukning i de lägsta luftskikten genom upptagning av föroreningarna på mark och vegetation. En viss förbrukning sker också genom kemisk reaktion med olika ämnen i marknära skikt. Resultatet blir att höjder utsätts för speciellt höga halter liksom bl a skogsfronter, fristående träd och träd som sticker upp över ett bestånd. I högre luftlager finns bl a ozon kvar över natt och kan ge höga halter även andra dagen då en plym träffar på t ex ett berg. Skogsskador från Volvos utsläppsplym kan förväntas få en lokal fördelning motsvarande dessa haltvariationer.

### Samspel med andra utsläpp

Avgörande för vilka skadeeffekter som uppstår på såväl människan som skog är naturligtvis inte hur mycket luftföroreningar som kommer från ett enskilt utsläpp. Effekten bestäms i stället av hur mycket organismerna totalt utsätts för av skadliga ämnen och av hur olika föroreningar förstärker varandras effekt. För en bedömning av miljöeffekter av Volvos kommande utsläpp är det därför nödvändigt att ställa dessa i relation till andra utsläpp och luftföroreningar i området.

Uddevalla. Nuvarande kolväteutsläpp i centrala Uddevalla kommer främst från bilavgaser och endast till en mindre del från lösningsmedelsutsläpp. Årlig utsläppsmängd är ca 1000 ton. Kväveoxidutsläppen från bilavgaser är tillsammans med en mindre andel från stationär förbränning nästan lika stora. Bilismens samtidiga utsläpp av kolväten och kväveoxider gynnar i princip bildning av de miljöfarliga produkterna i luft. Den höga andelen kväveoxider kan dock fördröja reaktionerna i tiden. En inblandning av kolväten från Volvos plym i tätortsplymen kan därför leda till att kolvätena i båda plymerna reagerar snabbare än de annars skulle ha gjort. Detta kan i sin tur leda till att de blandade plymerna ger en betydligt ökad förstadagsbildning av bl a ozon.

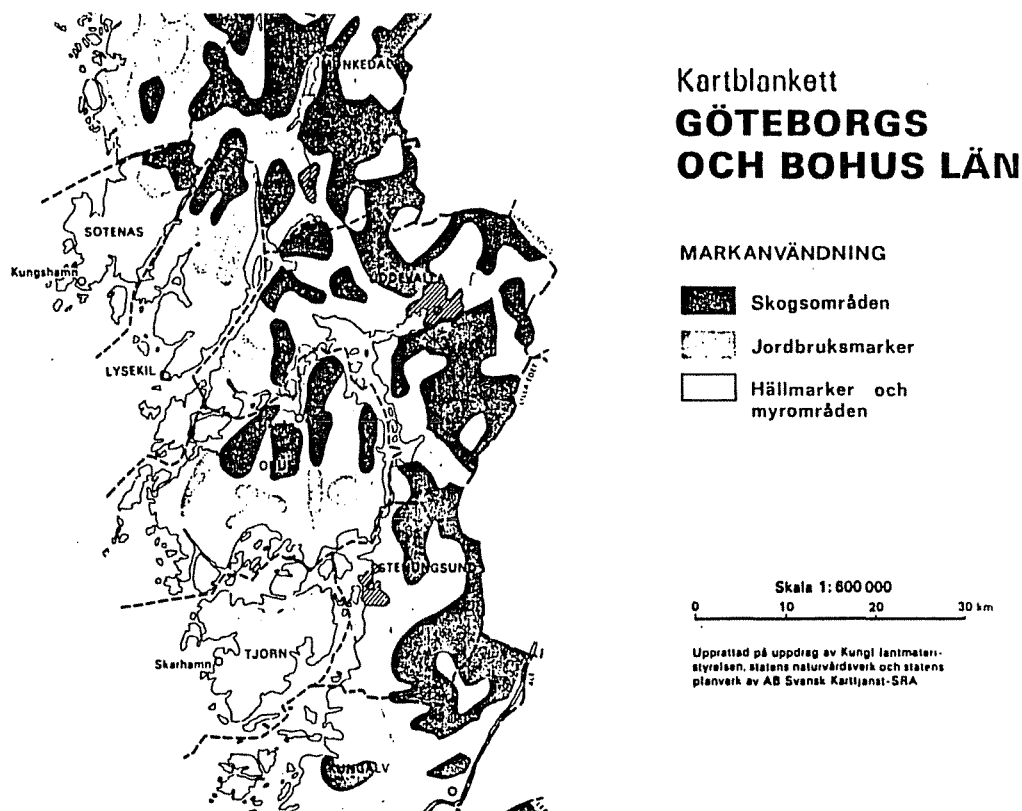
Plymen från centrala Uddevalla sprids på likartat sätt som en kommande Volvoplym. Morgonens trafikemissioner kan föras ut med landbrisen och sedan återvända med sjöbrisen. Detta förklarar sannolikt delvis de skogsskador som redan finns kring Uddevalla. Utsläppsplymerna från Volvo och från centrala Uddevalla blir effektivt omblandade i sådana återvändande luftmassor. Utsläppen under dagen i sjöbris och västliga vindar kan däremot transporteras miltals ofullständigt omblandade.

Saab-Stallbacka och Trestad. Saabs bilfabrik i Stallbackaområdet i Trollhättan släpper ut över 1000 ton/år av i stort sett samma kolväten som blir aktuella för Volvo i Uddevalla. Tillsammans med andra utsläpp från Vänersborg och Trollhättan sprids Saabs plym bl a via land- och sjöbris som styrs av Väneren. De svåra skogsskadorna i södra Dalsland och runt Vänersborg och Trollhättan, inte minst på Halleberg och Hunneberg, orsakas sannolikt till betydande del av Saabs stora utsläpp. Dessa kan tillsammans med övriga utsläpp ge ett för bl a ozonbildning gynnsamt haltförhållande mellan kolväten och kväveoxider. Det bör observeras att inne i själva tätorterna hålls ozonhalten vanligtvis nere genom att ozon snabbt förbrukas genom reaktion med kvävemonoxid. Även PAN-halterna är ofta lägre i tätorterna.

Plymen från Volvo och Uddevalla kan, då den inte styrs undan av sjöbris, blandas med utsläppen från Trollhättan och Vänersborg och ge förhöjda skogsskadande luftföroreningshalter in över Västergötland och Dalsland. Mer sällan bör även plymen från Scanraff, Lysekil kunna samverka med övriga plymer. Denna innehåller kolväten som omvandlas relativt långsamt i luft och därför sprids över större avstånd än bilfabrikernas utsläpp.

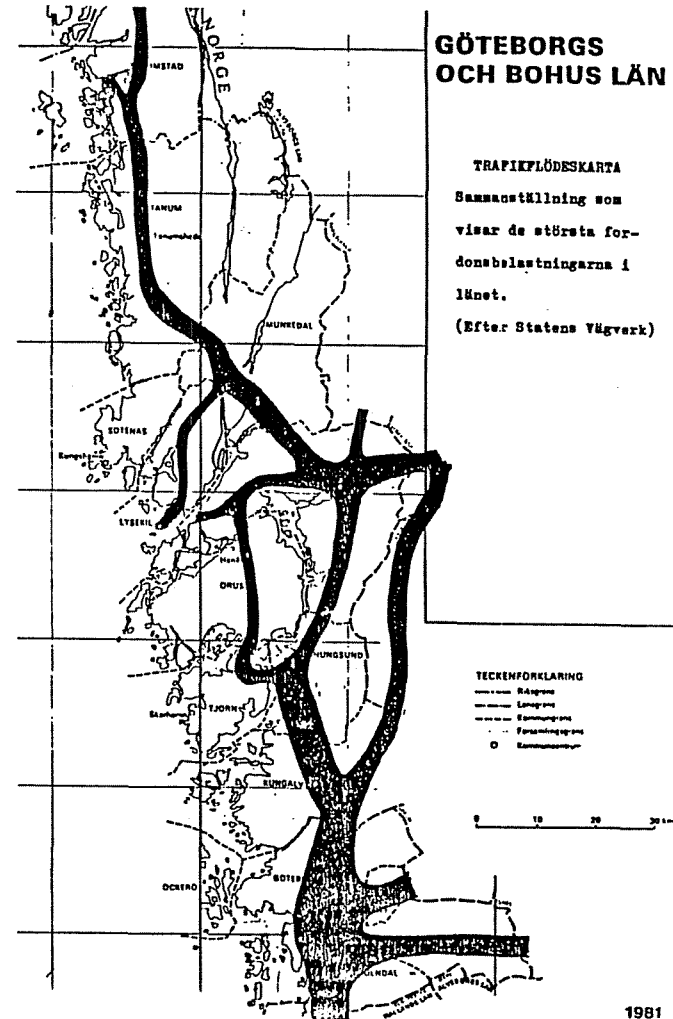
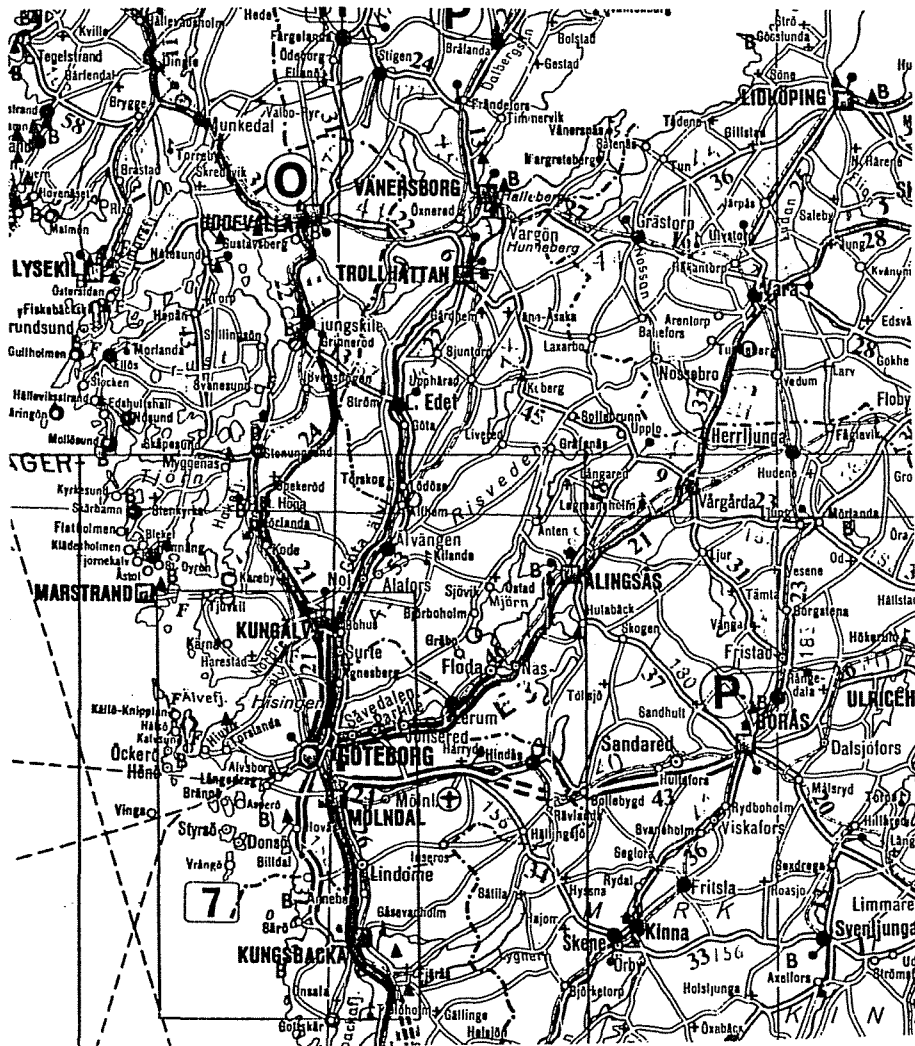
Stenungsund. De stora kolväteutsläppen från Stenungsund domineras av helt andra kolväten än bilindustrins utsläpp. Huvuddelen utgörs av eten som ger ozonbildning långsammare än xylen men snabbare än de flesta andra vanliga kolväten. Eten ger betydande ozonbildning trots att ozon delvis förbrukas genom reaktion med eten. Eten ger däremot inte PAN-bildning.

Spridningseffekter av landbris, sjöbris och fjordar blir likartade för Stenungsund som för Uddevalla. Effekter på bl a skog kan därför förväntas främst inom några mils avstånd inåt landet i en sektor från sydost till nordost. Dessa skogsområden tillhör de svårast skadedrabbade i hela landet.



Göteborg och trafiklederna. Även stora områden inom ca 5 mil från Göteborg är svårt drabbade av skogsskador. Kolväteutsläppen från Volvo, Torslanda är ca 3000 ton/år. Genom deras höga reaktivitet bidrar de sannolikt till större förstädagsskador än de stora utsläppen från hamn och raffinaderier.

Av regionens utsläpp bedöms ändå bilismen svara för de totalt sett klart största mängderna av skogsskadande ämnen. För ozon gäller detta med största säkerhet. En stor del av biltrafikens utsläpp kommer från Göteborgsområdet. Motorvägen mellan Kungsbacka och Stenungsund kan befaras ha speciellt stor betydelse för de svåra skogsskadorna utefter detta avsnitt av Västkusten.



Den skogsskadande effekten av luftföroreningar från biltrafik blir störst när betydande industriutsläpp tillkommer. Göteborg och Stenungsund ger två exempel på samverkande effekter av detta slag. I Uddevallaområdet är det nu angeläget att så långt möjligt undvika sådana samverkande effekter.

Västkusten som helhet. Flera faktorer gör att kolväteutsläpp utefter just Västkusten är speciellt allvarliga för skogarna omkring utsläppen.

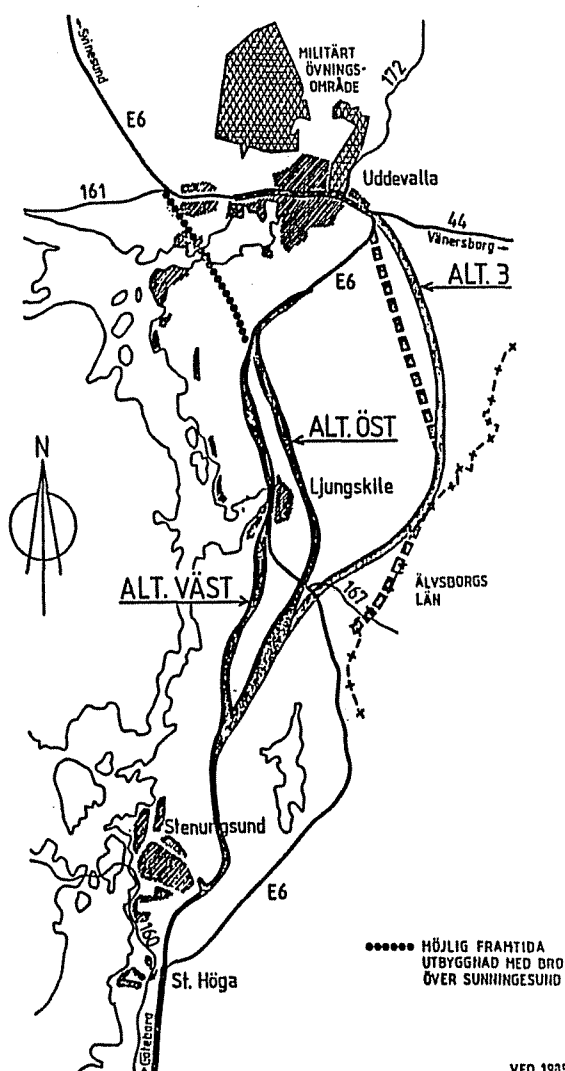
Vid flerdagarstransport minskar halterna av de flesta ämnen snabbare över land än över vatten. Vissa ämnen, t ex ozon, kan därför långdistanstransporteras från kontinenten och Storbritannien över hav och inte sällan nå Västkusten i betydande halter. Marginalerna till skadeeffekter för svenska utsläpp blir därför speciellt små just utefter Västkusten.

De största kolväteutsläppen finns alldeles utefter kusten. De kan därför föras ut med landbrisen över vatten, där reaktionsprodukter bildas effektivt i förmiddagens solljus. Föroreningarna förs sedan åter in över land med sjöbris och blandas med de utsläpp som sker under dagen. En viktig faktor är att omblandningen i höjddled är relativt begränsad i sjöbris i marknära luft vilket bidrar ytterligare till höga halter.

Till detta kommer att det svårast drabbade trädslaget, granen, har sin naturliga utbredningsgräns utefter Västkusten. Den kan alltså antas vara speciellt känslig för extra påfrestningar i just detta område.

Motorväg till Uddevalla? För den planerade motorvägen Stenungsund-Uddevalla görs en speciell miljökonsekvensutredning. Redan nu står det dock klart att en sådan motorväg kan få betydande konsekvenser för skogsskadeutvecklingen. En motorväg medför ökade utsläpp och ökande direkta skogsskador. Dessutom medför de stora kväveoxidutsläppen en ökande mark- och vattenförsurning.

Av de tre olika alternativ som utreds framstår de två kustalternativen som klart sämst med hänsyn till skogsskador. Morgontrafikens avgaser kan då föras ut över vatten och med sjöbrisen kommer höga halter av skogsskadande ämnen in över land igen. Denna effekt betyder inte alls lika mycket för inlandsalternativet.



Samverkan med Volvoplymen kan antas ha störst betydelse för motorvägens förlängning genom Uddevalla. Volvoplymen har ett högt och avgasplymen ett lågt förhållande mellan kolväten och kväveoxider. En blandning av dessa plymer kan därför mycket väl ge en kraftigt ökad och uppsnabbad bildning av bl a ozon. En effektiv sådan omblandning av morgonens avgaser med Volvoplymen kan befaras ute över fjordarna i samband med landbris. Såväl en E6-genomfart i centrala Uddevalla som kanske ännu mer en tänkt "Sunningeled" över Byfjorden framstår därför som olyckliga alternativ ur luftförorenings synpunkt.