

Hur kan bilavgaser värma upp hus?

Jadwiga Krupinska

Formlära, KTH

Denna artikel är baserad på det lärarprov som på KTH-A ingår i prövningen av docentkompetens. Sakkunnigkommentarerna bifogas.

Det finns två skäl till varför jag till ett lärarprov har valt att presentera den här udda tanken. För det första tycker jag att udda tankar *kan* leda till intressanta resultat och *bör* utsättas för granskning. De har existensberättigande. För det andra ger min arbetssituation och min utbildning inga möjligheter att utveckla idén mer än jag har gjort hittills. Andra discipliner bör nu komma till tals. Dessutom har frågan helt enkelt utmanat och fånglat mig. I valet mellan att ge tanken en chans till vidareutveckling som presentationen innebär eller att begrava den, väljer jag det förstnämnda, väl medveten om riskerna detta innebär.

Mitt förslag till lösning är mycket enkel. Det är så enkelt att det rimligtvis borde ligga något fel i det. Men även en felaktig lösning kan stimulera någon till en ny ansats. Om lösningen däremot i princip är godtagbar bör det fortsatta arbetet satsas på utveckling och kontroll av delkomponenterna.

Under cirka 10 år efter energikrisen var god energihushållning ett honnörsord. Nu har intresset svängt åt att i stor utsträckning gälla effektivare utnyttjande av energikällor. Mitt bidrag ligger i linje med detta intresse.

Att låta ett stort värmeverk dag efter dag och år efter år producera värme för att därefter direkt släppa ut den i atmosfären bedömer vi utan tvekan som vansinne. Men så är fallet med den värme som ständigt produceras av miljontals bilar dagligen i rörelse. Samtidigt – inför kärnkraftsutvecklingen – utgör frågan om framtida husuppvärmning ett växande pro-

blem. Om man skulle lyckas att utvinna värme från bilavgaser till husuppvärmning skulle behovet att bygga ut värmeverk för fossila bränslen kunna reduceras. I och med mindre utsläpp av förbränningsprodukter och minskad uppvärmning av atmosfären kan därmed miljömässiga vinster uppnås.

Det viktiga är att inledningsvis få grepp om vad det är för energimängder som egentligen står på spel. Därför gör jag en överslagsberäkning enligt följande:

En personbil förbrukar 1 l bensen/mil. Bensenens värmeinhåll är 10.000 kcal/kg och tätheten 0.75 kg/l vilket betyder att en bensindriven personbil producerar 7.500 kcal/mil. En tumregel talar om att en tredjedel av bränslets värmeinhåll nyttiggörs i motorn, en tredjedel går till kylsystemet och en tredjedel slutligen (lika med 2.500 kcal/mil) går direkt via avgasröret ut i atmosfären. Det är den sistnämnda posten jag riktar mitt intresse på.

För jämförbarheten med andra värmekällor räknar jag om de genom avgasröret avgående 2.500 kcal/mil till kWh enligt formeln:

$$1 \text{ cal} = 4,2 \text{ Ws}$$

$$2500 \text{ kcal} = 2500 \times 10^3 \text{ cal}$$

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ sek}$$

$$\frac{2500 \times 10^3 \text{ cal} \times 4,2 \text{ Ws}}{3600} = 2,92 \text{ kWh}$$

En personbil släpper under en mils färd ut 2,92 kWh i atmosfären vilket är ungefär den energimängd som omsätts i tre elektriska kokplattor som står på under en timme. Det är alltså inte någon särskilt imponerande energimängd. Men bilden förändras dramatiskt när man tar hänsyn *dels* till att en genomsnittsbil inte kör en utan 1.500 mil per år, *dels* till att det finns cirka 3.370.000 personbilar i Sverige. Den sammanlagda energimängden som går ut via avgasrören per år blir då följande:

$$2,92 \text{ kWh/mil} = 2920 \text{ Wt/mil}$$

$$2920 \text{ Wh/mil} \times 1500 \text{ mil} \times 3370000 = \underline{14,8 \text{ TWh/år}}$$

Dessa värden sammanställda med värdena för övriga kategorier av bilar ger följande resultat:

	bränslets täthet kg/l	bränslets förbrukn l/mil	genom- snittskör- sträcka km/år	antal bilar	energimängd i avgasröret per år
bensindrivna personbilar	0,75	1	1.500	3.370.000	14,8 TWh
dieseldrivna personbilar	0,82	1	1.500	120.000	0,6 TWh
bensindrivna lätta lastbilar	0,75	1,5	2.000	140.000	1,2 TWh
dieseldrivna tung lastbilar	0,82	4	3.300	106.000	6,7 TWh
dieseldrivna bussar	0,82	4	4.700 (4.300- 12.000)	13.000	0,8 TWh
=					24,1 TWh

Den sammanlagda energimängden som i Sverige via avgasrören går ut i atmosfären är således – försiktigt räknat – för bensindrivna personbilar samt övriga bilkategorier cirka 24 TWh/år. Jämför med att ett stort kärnkraftsblock i full drift levererar 6-8 TWh under ett år (även om det är el- och inte värmeenergi).

Dessa tal kan sättas in i ett vidare sammanhang med hjälp av ett diagram hämtat ur boken *Energi i byggd miljö* (Figur 4.4 i BFR 1987).

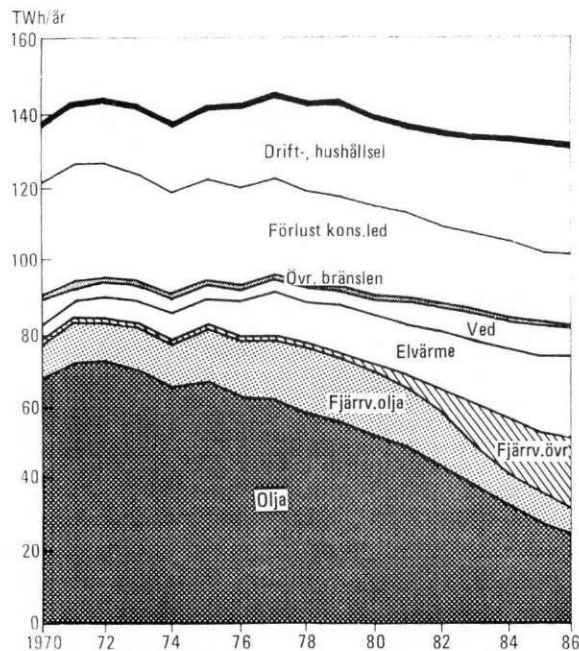
Bruttoenergianvändningen för såväl uppvärmning som tappvarmvatten i bostäder och andra lokaler (exklusive drift- och hushållsel) låg i Sverige år 1986 på ca 100 TWh vilket kan jämföras med den icke utnyttjade energipotentialen från bilavgaser på 24 TWh/år. Därmed vill jag säga att även vid låg utnyttjandegrad är den värmekälla jag intresserar mig för av en avsevärd storleksordning.

Nu kan vi övergå till nästa fråga, nämligen: Hur kan man ta hand om denna värme?

Vid första anblicken förefaller överföringen av värme från en bil till ett hus vara en omöjlighet. En bil är pålitlig som värmekälla såtillvida att den producerar värme vid varje förflyttning men bilens annars främsta förtjänst och existensberättigande – mobiliteten – är en klart försvårande faktor. Hur ska man hantera en värmekälla som ena stunden befinner sig på Sveavägen och den andra på Götgatan?

Total energianvändning i bostäder och lokaler per energibärare. Energianvändningen för värmeändamål är normalårskorrigerad. Olja används i individuella pannor och i gruppcentraler, men också för att producera fjärrvärme. Fältet "Förlust (i) kons-(ument)-led" representerar skillnaden mellan brutto- och nettoenergi i användning för värmeändamål. När drift- och hushållsel läggs till erhålls total bruttoenergi-användning.

(Ur *Energi i byggd miljö*, BFR 1987, Fig 4:4.)



En periodicitet finns i bilens rörelser vad gäller resor till och från arbetet. Men alla spontana förflyttningar? Och alla inställda resor? Förarens valfrihet att utnyttja bilen eller låta den stå understryker bilens opålitlighet som värmekälla.

Kan dessa svårigheter övervinnas? Jag anser att detta är möjligt. Den idé som jag här fortsättningsvis presenterar och vill utsätta för granskning får ses som en skiss på hur detta skulle kunna gå till.

I stort innehåller tanken tre viktiga moment, nämligen:

1. att fånga värme från bilavgaser;
2. att överföra värmen så att den kan tillgodogöras av hus;
3. att komplettera den tekniska lösningen med ett administrativt system som stimulerar de inblandade att medverka.

Jag börjar med punkt 1: att fånga värmen från bilavgaser.

De senaste årens energiforskning har i stor utsträckning varit inriktad på analys av olika materials värmelagringsförmåga. Man har bland annat kommit fram till att kemisk bindning ger de överlägset största möjligheterna att magasinera stora mängder energi under lång tid. Det var därför jag först riktade mitt intresse åt det hållet. Jag har även tänkt på möjligheten att lagra bilavgasvärmen i salter. Men övergången från ett medium till ett annat innebär värmeförluster. Och att tillföra husen värme från fasta magasin såg jag som svårt. Dessutom gäller det i det här fallet i själva verket små energimängder som behöver lagras – till att börja med under en

kortare tid. Avvägningen ligger mellan värmemagasinet acceptabla volym och periodiciteten i värmeavtappningstillfällena. Dessutom kan en särskild poäng ligga i att använda ett värmemagasin som kan fungera som medium vid värmeöverföringen. Efter överväganden har jag därför till magasinering av bilavgasvärme valt vatten.

Vid jämförelse med andra ämnen för lagring endast genom temperaturstegring är vatten överlägset dels på grund av att det har en hög lagringskapacitet per volymenhet dels på grund av att det är etablerat som ett relativt lätthanterligt medium för värmeöverföringen.

Vattnets värmelagringskapacitet är 1,17 kWh/m per en grads temperaturstegring. I det här fallet räknar jag med att man – för att undvika problem med högtryck vid ångbildning – inte tillåter värmemagasinet temperatur överstiga förslagsvis 90°C. Temperaturstegringen får då räknas från den temperatur som uppnåtts vid urladdningen till magasinets maximalt tillåtna 90°. Kallvattenledningars temperatur är konstant ca 6°C varför jag approximativt räknar med vattenmagasinets temperaturstegring på ca 84°C.

Som jag sagt tidigare producerar en personbil under en mils färd genom avgasröret utgående energimängd som motsvarar 2,92 kWh. För att magasinera detta behövs en vattenvolym enligt följande:

$$\frac{2,92 \text{ kWh}}{1,17 \text{ kWh/m}^3 \times 84} = 0,03 \text{ m}^3 = 30 \text{ l}$$

Om man förser en personbil med ett vattenmagasin på exempelvis 75 l vatten kan man då fånga i den

$$\frac{75 \text{ l}}{30 \text{ l}} \times 2,92 \text{ kWh} = 7,3 \text{ kWh}$$

För att maximalt kunna utnyttja bilavgasvärmen är magasinet av den här storleken klar för avtappning efter en ungefärlig färdsträcka på ca 25 km vid 100 % verkningsgrad vilket man förstås inte kan räkna med. Vid 50 % verkningsgrad ökar färdsträckan till 50 km. Med ökad volym på magasinet ökar givetvis färdsträckan mellan avtappningarna. Om en personbil förser med ett vattenmagasin på låt oss säga 150 l minskar således antalet avtappningstillfällen och gäller då en ungefärlig färdsträcka på 100 km vid 50 % verkningsgrad.

Men jag tycker att ett magasin på 75 l är det man i första hand kan tänka på. Det kan nämligen antagligen appliceras även på redan befintliga bilar (t ex i deras bagageutrymmen). Avgasröret som går genom värmemagasinet (men för att undvika korrosionsproblem inte direkt genom

vattnet) avger sitt värme upptill av en termostatreglerad spärr på max 90°C. När vattentemperaturen uppnår denna nivå får bilföraren på bilens manövertavla information om att magasinet är klart för avtappning.

Vattenmagasinet bör för att skyddas mot värmeförluster vara värmeisolerat. Detta betyder i realiteten större volym än 75 l.

En bil är primärt konstruerad för att bära. Att förse den med en tillkommande viktökning på ca 75 kg (värmeisoleringens vikt är försumbar) det vill säga motsvarande en person måste därför anses vara av mindre betydelse. Visserligen arbetar bilindustrin med att minska bilvikten för att minska på bränsleförbrukningen men i själva verket är det fråga om vinster som kanske har större betydelse vid marknadsföringen än reellt. Bränsleförbrukningen ökar nämligen 2 % vid viktökning med 100 kg. En bilägare som förser sin personbil med ett vattenmagasin på 75 kg får räkna med en ökning av bränslekostnaderna med cirka 100 kr/år. En marginell minskning av bilvikten ger alltså ytterst små vinster vad gäller bränsleförbrukningen. Stora besparingar ligger däremot i minskade hastigheter vilket är något för statsmakterna att tänka på. Eventuellt minskade hastigheter påverkar däremot inte nämnvärt mitt resonemang.

Nu anser jag mig ha besvarat frågan hur man kan fånga värmen från bilavgaser och övergår till fråga nr 2, det vill säga hur denna värme kan överföras till och tillgodogöras av hus.

Om man antar att en personbils årsmedelsträcka på 1.500 mil jämnt fördelar sig över året får man en bils dygnsenergiproduktion enligt följande:

$$\frac{1500 \text{ mil}}{365 \text{ dygn}} \times 2,92 \text{ kWh/mil} = 12 \text{ kWh/dygn}$$

I stort skulle denna energimängd vara tillräcklig för att producera tappvarmvatten för ett genomsnittligt hushålls behov (11 kWh/dygn).

Som jag sagt tidigare är bilar en pålitlig värmekälla såtillvida att de producerar energi vid varje förflyttning; däremot kan de inte anses som pålitliga för ett och samma objekt som kanske alstrar endast lite trafik, till exempel ett enfamiljshus – i och med att de är mobila. Bilförarens bevarade handlingsfrihet i fråga om bilens utnyttjande är en av de viktigaste utgångspunkterna i mitt resonemang. Därför anser jag att systemet för bilenergivärme inte bör inriktas på att primärt tillföra värmen det egna huset/hushållet utan, principiellt, vilket hus som helst som bilen befinner sig i närheten av när vattenmagasinet har uppnått den lämpliga temperaturen på 90°C. Denna flexibilitet innebär att bilvärmens i regel inte kan ses som en primär värmekälla utan som en komplettering. Vissa dagar kan man få en stor energitillförsel, andra dagar mindre, sett utifrån ett enskilt hus'

perspektiv. Icke desto mindre är det en energivinst oberoende var den än är placerad.

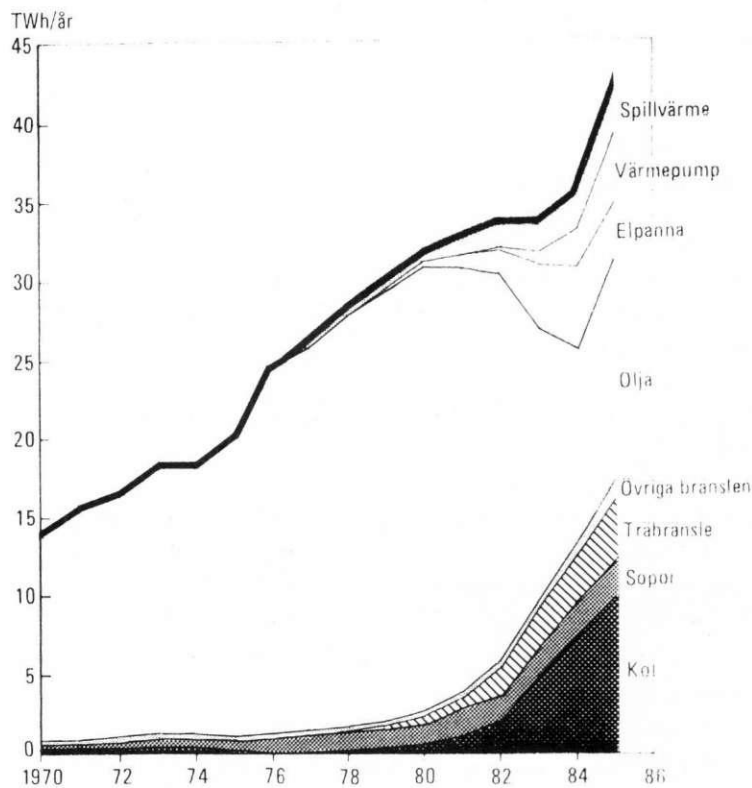
En avtappningsstation kan helt enkelt se ut som en p-mätare där mätar-tavlan ersätts av en dubbelkran för varmt respektive kallt vatten och där vattenledningarna i ett slutet system går till hus man vill tillföra värme-energi. En bils uppvärmda vattenmagasin kopplas då till dubbelkranen, varmvatten rinner ut och ersätts med kallt vatten som tar upp bilavgasvärmen under fortsatt färd.

Till avtappningsstationer särskilt väl lämpade ställen kan vara: fjärrvärmeverk för lågtempererat vatten, infarter till parkeringsplatser och parkeringshus, bensinmackar, garage i bostadsområden och i kontorshus men även fickor vid starkt trafikerade gator, infarter till tätorter med mera. Varför inte utnyttja energi från till exempel till varuhuset IKEA kommande bilar för uppvärmning av husen runt om? I vilket fall som helst *finns ju* denna värmeenergi där.

Det av bilarna vid avtappningsstationerna avlämnade närapå 90-gradiga vattnet är vid god värmeisolering ett högvärdigt, idag konventionellt värmemedium med utarbetade principer för värmeväxling. Från avtappningsstationerna förs varmvattnet på ett samlat sätt till en grupp av hus och därefter avlämnas värmen till enskilda hus (om de är försedda med egna värmepannor). Värmeväxlingen kan ske såväl till tappvarmvatten som till vattenburet radiatorsystem med automatisk styrning enligt samma princip som gäller idag vid värmeväxlingen mellan av en varmvattenpanna till 80°C uppvärmt vatten och en varmvattenberedare.

När bilvärmevattnet har erforderlig temperatur värmer det upp radiator- och tappvarmvatten, och husets värmepanna står då still. När bilvärmevattnets temperatur sjunker vid låg trafik, till exempel nattetid, slår systemet om till husets konventionella värmepanneuppvärmning. Ett viktigt moment vid överföring av värmen är att bilvärmevatten cirkulerar i ett slutet system. Vid systemets dimensionering tas då endast hänsyn till bebyggelsens värmebehov och antalet avtappningsställen för bilvärmevatten. Expansionsmöjlighet gäller ett värmemagasins volym (75 l) per avtappningsställe i och med att bilarnas magasin först måste tömmas på varmvatten för att kunna tillföras kallvatten.

Av särskilt intresse i det här sammanhanget är fjärrvärmeverk för lågtempererat vatten av typen GRUDIS-systemet som beskrivs i den tidigare nämnda *Bygghforskningen* (1987). Systemet är mycket flexibelt och medför låga anläggningskostnader i och med att både mediarören och skyddsroren är utförda av plast. Sådana kulvertar är dimensionerade och kan läggas i stor skarvfria längder, och de är böjliga. De är alltså på många sätt överlägsna högtempererade system på 120°C med högtryck, mediarör av stål och betongkulvertar. I ett lågtempererat fjärrvärmesys-



Distribuerad fjärrvärme från produktionsanläggningar 1970-85 fördelad på produktionsätt (Källa: BFR 1987, Fig 4:28.)

tem medger tillgängliga plastkvaliteter temperaturer på mellan 50-90°C. Hit skulle alltså bilavgasvärmen genom värmeväxling lätt kunna tillföras.

Nu återstår en annan viktig fråga, nämligen: Vill bilisterna bidra till uppvärmning av oftast inte egna utan andras hus? Det skisserade systemet bygger på en viss minskning av bekvämligheten i och med att man kanske förlorar en del av bagageutrymmet (som i själva verket endast används 2 à 3 gånger om året) och i och med att en bilfärd då och då måste avbrytas för avtappning av värmemagasinet. Man kan givetvis låta bli att göra det någon gång. Men systemets maximala utnyttjande innebär ett uppehåll var – teoretiskt sett – 25:e km (i praktiken kanske var 50:e km) och till att börja med en manuell och så småningom kanske drive in-avtappning av vattnet.

Det av mig presenterade systemet för utnyttjande av bilavgaser till husuppvärmning kan jämföras med ett skattesystem där många bäckar

Det finns många varianter på utformning av administrativa system. Jag kan tänka mig att ett speciellt folkkärt system skulle kunna bli ett sådant som exempelvis skulle bygga på ett extra avdrag i skattedeklarationen. Därigenom skulle staten få tillfälle att manifesteras sin miljövänliga inställning.

I vilket fall som helst måste staten och/eller kommunerna engagera sig i bilvärmeåtervinningen. Skälet till detta är att den av mig presenterade tanken omkullkastar den vedertagna intressefördelningen. Det vanliga är ju att man har en energiproducent som inom ramen för sina egna vinstintressen driver verksamheten. Vad gäller bilvärmes är producenter och konsumenter principiellt en och samma grupp – nämligen svenska hushåll i stort. Av det skälet ligger det närmast till hands att föreslå att hushåll får en gratis energitillförsel mot att deras av staten och kommunerna förvaltade skattepengar utnyttjas till försöksverksamhets- och anläggningskostnader. Speciell åtanke bör ägnas åt bilindustrin som är en viktig intressent i sammanhanget, men som till att börja med endast har en vinst i form av goodwill att hämta.

Vid det här försöket att visa mina tankars rimlighet har jag med avsikt koncentrerat mig på återvinning av bilvärme från *personbilar* vilket är den svåraste varianten jämfört med andra bilkategorier. Här behövs ett visst utvecklingsarbete och eftertanke innan man sätter igång systemet. Men med tanke på att utvinningen av 1/3, det vill säga 8 TWh av bilvärmes har ett värde av 2-3 miljarder kronor per år i konsumentledet borde det finnas utrymme för ett sådant utvecklingsarbete. *Dessutom uppnår man dessa värden utan nya utsläpp från bränsleförbränningen och utan ny bränsle alls.*

En omedelbar försöksverksamhet borde däremot satsas på en bilkategori som är lättare att hantera än personbilar, nämligen bussar. Det viktigaste är deras pendelrörelser och avtappningsmöjligheter vid ändstationerna. Ta till exempel de 30 arlandabussarna av vilka var och en har en årskörsträcka på 12.000 mil. Sammanlagt producerar de per år värmeenergi på ca 4.500 MWh/år vilket täcker tappvarmvattnets årliga förbrukning i ca 1.100 genomsnittshushåll. Med ett vattenmagasin på något över 500 l/buss kan teoretiskt sett vid ändstationerna tas tillvara 100 % av den totala energimängden. I själva verket blir verkningsgraden lägre vilket givetvis kräver ett mindre vattenmagasin.

I Stockholm finns det fem st busstationer. Varför inte titta närmare på dem? Vilket värmeenergitillskott kunde till exempel Söderhallen vid Bondegatan ge till den av Stadsbyggnadskontoret för närvarande planerade utbyggnaden av bostadsområdet i Norra Hammarbyhamnen? Endast 25 bussar av de 125 stationerade där återkommer med pendelrörelsen till stationen många gånger om dagen. Men sammanlagt har man 339 tillba-

kagångar per dag vilket betyder vid ett vattenmagasin på knappt 200 l/ buss att man kan (igen teoretiskt sett) utnyttja den värmeenergi som ger tappvarmvatten till cirka 630 genomsnittliga hushåll per år eller närmare 1.000 hushåll om ett antal bussar förses med magasin på 400 l.

När jag har hunnit dit i min framställning borde flera av er ställa sig frågan: Är det arkitekturforskning hon håller på med? Mitt svar är: Ja, i allra högsta grad. Jag tycker nämligen att arkitekturforskningen inte bör begränsas till från andra discipliner hämtade metoder där man ofta inriktar sig på att kunna presentera eviga sanningar. Jag tycker att vi i större utsträckning bör bygga på det yrkesspecifika, nämligen: Bredd på kunskaper och skissmetodiken. Arkitektur står i gränslandet mellan teknik, humaniora och konst. Antalet discipliner som vi måste ha hum om begränsar givetvis våra möjligheter att uppnå det djup som respektive discipliner besitter. Detta borde vi använda till fördel för arkitekturforskningen. På samma sätt bör vi utnyttja skissmetodiken - den specifika arbetsmetoden som innebär om och om upprepade försök att syntetisera många skilda faktorer. Våra samarbetspartner - konsulterna - bidrar med sina kunskaper och vår uppdragsgivare tar ställning till skisserna såsom en anhalt på vägen. Den här uppsatsen innebär samma risktagande som man tar när man visar byggnadsskisser för en uppdragsgivare och konsulter. Att utnyttja bredden och få hjälp med djupet och göra skisser om och om igen tycker jag vi kunde arbeta inom arkitekturforskningen. Därför ser jag presentationen av min udda tanke även som ett bidrag till diskussionen om arkitekturforskningens metod.

Men för att återgå till mitt ämne. Jag har ställt mig frågan "Hur kan bilavgaser utnyttjas till husuppvärmning?"

En annan fråga är: *Vill vi utnyttja bilavgaser till husuppvärmning?* För att kunna besvara den behövs det ett utvecklingsarbete som kan ge underlag dels till ekonomiska kalkyler, dels till bedömning av psykologiska aspekter. Vad gäller ekonomin kan det vara avgörande *hur vi värdesätter uteblivna luftföroreningar*. Dessutom bör det uppmärksammas och tas med vid ekonomiska överväganden att mitt förslag öppnar *nya möjligheter till rening av bilavgaser*. Vad gäller psykologiska aspekter är troligen människosynen utslagsgivande: *Är vi bekvämlighetscentrerade homo economicus eller inte?*

Dag efter dag och år efter år produceras ofantliga mängder av värmeenergi till ingen nytta av miljontals bilar dagligen i rörelse. Det är dags att se om vi inte kan göra något åt det!

Referens

Energi i byggd miljö. 90-talets möjligheter. BFR 6:1987, Stockholm.

Birgit Colds kommentar:

Det interessante i dette forsknings-utviklingsarbeid ligger på to plan:

- som forsker og utdannet arkitekt å bruke samme arbeidsmetodikk som anvendes ved utarbeidelse av et prosjekt innen arkitekturfaget;
- om bilavgasser kan tas vare på og brukes som energikilde till oppvarming av hus.

I denne omtalen vil jeg kun komme inn på det første planet.

Jeg vil sammenlikne Jadwiga's energiprojekt med det som arkitekter gjør når de uoppfordret utarbeider et forslag til en ny bebyggelse på en tomt eller et STED som de lenge har ergret seg over ligger uutnyttet, når mange mennesker trenger et sted å bo, f eks studenter i Trondheim.

Jadwiga er opptatt av den store mengde spillvarme som avgasser fra biler representerer, samtidig som hun kjenner behovet for energi til bl a husoppvarming. Det ergrer henne at man både sløser med energi, slipper gift ut i atmosfæren og vurderer om man skal skaffe energi ved utbygging av flere kjernekraftverk.

Dette første prosjektstadiet har en ideologisk etisk karakter:

- tomter bør ikke ligge brakk når folk mangler hus
- varme bilavgasser bør ikke slippes ut i det fri når det er behov for energi og miljøet tar skade av dem.

Hypotesene ligger her implisert i problemstillingene nemlig: Å vise (bevise) hvordan tomten og bilavgassene kan utnyttes og løse problemer.

Det andre stadiet er den analyserende, kvantitative programfasen, hvor arkitekten regner ut hvor mange, hvor store og hvor dyre studentboliger det kan være tale om, mens Jadwiga ser på hvor store mengder energi bilavgassene representerer, og hvor stor prosentdel de kan dekke av energibehovet for husoppvarming.

Siste skritt innen denne skissemetodikken er å foreslå kvalitative løsninger på problemstillingene hver for seg og i sammenheng. Arkitekten skisserer alternative løsninger og bestemmer seg for et prosjektforslag etter nøye å ha vurdert både de tekniske, økonomiske, funksjonelle og estetiske aspekter.

Jadwiga deler sin oppgave i 3 problemstillinger:

- fange opp varmen fra bilavgassene;
- overføre varmen til hus og utnytte den der;
- og komplettere den tekniske løsning med et administrativt system som stimulerer de innblandede till å medvirke.

Hun diskuterer da fordeler og ulemper i hver del og beslutter seg for en løsning.

Denne sammenligning mellom den praktiserende arkitekts arbeid og forskernes arbeid viser en forfriskende, inspirerende og levende måte å gjøre forskning til en del av en kreativ helhetsprosess. Vi har mye "trøtt" forskning som ikke når frem. Denne skisseprosjektmotoden kan være med til å levendegjøre forskningen.

Birgit Cold

Arkitektur, NTH, Trondheim

Ove Platells kommentar:

Uppsatsen "*Hur bilavgaser kan utnyttjas till husoppvärmning*" kan indelas i tre delar, nämligen:

- värmeenergiiberäkningar;
- förslag till hur värmeenergi från bilavgaser kan tillföras husen;
- förslag till system som engagerar människor i den skisserade värmeåtervinningen.

Jadwiga Krupinska har sammanställt till globala siffror något som de flesta kanske intuitivt känt – att bilavgaser innehåller stora mängder värmeenergi vid så pass hög temperatur att den skulle kunna användas till husoppvärmning. Beräkningarna är fullständigt riktiga. Även hennes förslag till hur husen tekniskt sett kan tillföras denna värmeenergi är beräkningsmässigt korrekta. Det bygger på vattnets överlägsna värmelagringsskapacitet jämfört med andra magasin och på en etablerad teknik med vatten som ett medium för värmetransport.

När man kommer till möjligheterna att genomföra det föreslagna systemet blir man dock tveksam. Det är troligen på gränsen till det realistiska bland annat med tanke på den omfattande hanteringen och engagemang som skulle krävas från involverade människor. Även den ekonomiska realismen kan ifrågasättas på grund av bland annat kostnaden för tankar, värmeisolering, slangar, pumpar, ventiler etc ställt i relation till den (trots allt) relativt blygsamma energimängden.

Ett tekniskt-ekonomiskt problem som ej berörts är blandningen av varmt och kallt vatten i både den mobila och den stationära tanken vid dumpning av varmvatten från fordonet. Vidtas inte mycket speciella åtgärder för stratifiering av vatten med olika temperatur kommer utnyttjandet av värmeenergin att drastiskt reduceras.

Även om det finns avsevärda mängder av värmeenergi i bilavgaser har vi större, knappast utnyttjade källor. Mitt eget engagemang inom energitekniken, som för närvarande är på väg mot kommersiellt utnyttjande, visar att den ofantliga värmeenergi som produceras av solen på ett ekonomiskt och lätthanterligt sätt kan utnyttjas till husuppvärmning. Det är snarare i solen – den oförstörbara värmekällan – än i bilgaser som våra framtida möjligheter ligger.

Jadwiga Krupinskas tankar är dock fantastiskt roliga. Och det är roligt att sådana djärva tankar kommer från arkitektåll vilket annars inte ofta är fallet. Idéns styrka ligger i hennes försök att koppla ihop två till synes oförenliga elementa: bilavgaser och hus och visa att bilavgaser kan (åtminstone teoretiskt) utnyttjas till husuppvärmning. Tanken är omvälvande, vilket med tanke på trögheten i attitydförändringarna är dess svaghet men också dess intellektuella styrka.

Ove Platell

*Civilingenjör, energiforskare,
egen företagare, Stockholm*