



Forskning och
Utveckling

FOU 2002:60

MILJÖBELASTNING FRÅN LÄGGNING AV FJÄRRVÄRMERÖR

*Morgan Fröling och Magdalena Svanström
Kemisk Miljövetenskap, Chalmers tekniska högskola*

MILJÖBELASTNING FRÅN LÄGGNING AV FJÄRRVÄRMERÖR

*Morgan Fröling och Magdalena Svanström
Kemisk Miljövetenskap, Chalmers tekniska högskola*

I rapportserien publicerar projektledaren resultaten från sitt projekt. Publiceringen innebär inte att Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB tagit ställning till slutsatserna och resultaten.

Innehåll

	Sammanfattning	ii
	Summary	iii
1	Bakgrund	1
2	Definition av mål och omfattning	6
3	Inventering	14
4	Resultat och kommentarer	40
5	Referenser	51

Bilaga 1-8:

Inventeringsmatriser

- Enkelrör DN25 grönområde
- Enkelrör DN25 gatumiljö
- Twinrör DN25 grönområde
- Twinrör DN25 gatumiljö
- Enkelrör DN100 grönområde
- Enkelrör DN100 gatumiljö
- Enkelrör DN500 grönområde
- Enkelrör DN500 gatumiljö

Sammanfattning

Denna inventering av miljöbelastning frånläggning av fjärrvärmerör är gjord på uppdrag av Svenska Fjärrvärmeföreningen (FVF) i avsikt att öka branschens kunskap om miljöbelastning från olika aktiviteter som rör fjärrvärme. Miljöbelastningen har studerats med hjälp av livscykelanalysmetodik. Studien utgör en livscykelinventering för processen "läggning av fjärrvärmerör".

Inget fall avläggning av fjärrvärmerör är helt likt något annat. Markförhållanden, ledningsdragning, systemstruktur, kostnadsläge, kundkrav med mera gör variationen näst intill oändlig.

De fall som studerats i denna studie ärläggning enligt FVFs läggningsanvisningar av 100 meter kulvert av DN25, DN100 och DN500 singelrör, samt DN25 twin-rör.

Läggningen gäller två olika områdesmiljöer:

- **gatumiljö** som kännetecknas av att man måste bryta upp och återställa asfalt, och att man måste transportera bort alla uppgrävda massor;
- **grönområde** där man inte har asfalt och där man kan återanvända en del av massorna.

Respektive scenario beskrivs i detalj i rapporten, så läsaren har själv möjlighet att ta ställning till relevansen av presenterade data. Miljöbelastningen från respektive läggningsscenarios olika delsteg har kvantifierats med hjälp av generiska data. Inventeringsresultatet för vart och ett av de åtta scenarierna redovisas i en tabellbilaga, och kan t.ex. användas som underlag vid arbete med miljövarudeklaration av fjärrvärme.

* Resultatet av denna studie avläggning av fjärrvärmerör tyder på att den viktigaste insatsen för att minska miljöpåverkan från läggningen är att minimera grävarbetet.

* Detta måste dock ske utan att försämra förhållandena för entreprenörerna – sämre arbetsförhållanden ger sämre utfört arbete och därmed större risk för rörsador, som kräver att rörgraven schaktas upp igen.

* Att utnyttja twin-rör överallt där det är möjligt är en åtgärd som minskar schaktvolymerna – och därmed både grävande och transporter.

* Att alltid försöka samförlägga med andra intressenter minskar inte schaktvolymerna för fjärrvärmerören, men minskar det totala behovet av schaktning i samhället.

Summary

This inventory of the environmental impacts from the construction of district heating pipe network is commissioned by the Swedish District Heating Association (Svenska Fjärrvärmeföreningen, FVF) with the purpose to increase the knowledge within the district heating companies regarding the environmental impact from different activities connected to distribution of district heating. Life cycle assessment methodology has been used, and this study is an inventory of the activity "construction of a district heating pipe network".

No cases of network construction are completely similar. Things like the ground conditions, pipe system layout, type of system solution, costs, demands from customer etc will make a nearly infinite numbers of variations possible.

The cases that have been studied in this report are the construction according to the instructions from the Swedish District Heating Association of 100 meter of pipe system of the dimensions DN25, DN100 and DN500 single pipe and DN25 twin pipe. The construction has been studied in two different surroundings:

- **street environment**, characterised by the need to break and restore asphalt and the need to transport away all excavated masses;
- **green areas**, where there is no asphalt and some of the excavated masses can be reused

Each scenario is described in detail in the report so the reader can judge the relevance for him or her of the data presented. The environmental load from the different sub parts of each scenario has been quantified by generic data. The inventory results from each of the eight scenarios are presented in the appendix, and may be used e.g. as a basis for work with environmental product declaration of district heating.

* The results from this study of construction of district heating pipe networks indicate that the most important measure to decrease the environmental impact from the construction of a pipe network is to minimise the excavating work.

* However, the decrease of the excavating work must not worsen the working conditions for the entrepreneurs – bad working conditions will give lower quality of work done and increase the risk for damages making it necessary to excavate the pipe trench once more to mend the damage.

* To use twin pipes whenever possible is a measure that will decrease the pipe trench volumes – and hence both excavation and transports of masses.

* To always try to co-utilise the pipe trenches for different types of pipes and cables will not decrease the volumes necessary to excavate for district heating pipes, but it will decrease the total need for excavation in society.

1 Bakgrund

1.1 Inventeringsstudiens tillkomst

Denna inventering av miljöbelastning frånläggning av fjärrvärmerör är gjord på uppdrag av Svenska Fjärrvärmeföreningen (FVF) i avsikt att öka branschens kunskap om miljöbelastning från olika aktiviteter som rör fjärrvärme. Miljöbelastningen har studerats med hjälp av livscykelanalysmetodik. Studien utgör en livscykelinventering för processen "läggning av fjärrvärmerör".

Inget fall avläggning av fjärrvärmerör är helt likt något annat. Markförhållanden, ledningsdragning, systemstruktur, kostnadsläge, kundkrav med mera gör variationen näst intill oändlig. I denna studie har därför ett antal fall som representerar olika vanligt förekommande läggningssalternativ valts ut av projektets referensgrupp.

De grundfall som studerats ärläggning enligt FVFs läggningsanvisningar av 100 meter kulvert av DN25, DN100 och DN500 singelrör, samt DN25 twin-rör.

Läggningen gäller två olika områdesmiljöer:

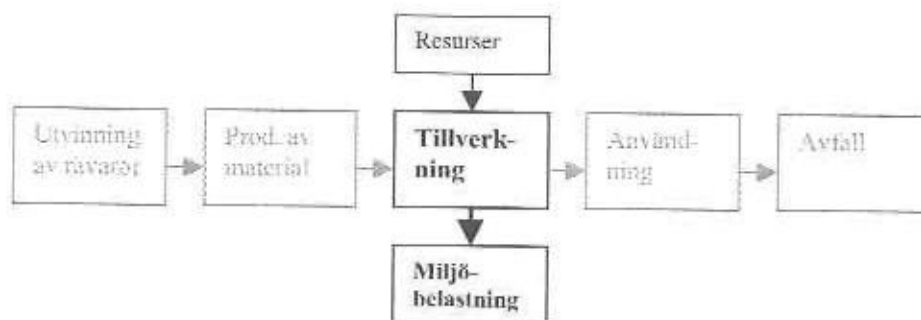
- **gatumiljö** som kännetecknas av att man måste bryta upp och återställa asfalt, och att man måste transportera bort alla uppgrävda massor;
- **grönområde** där man inte har asfalt och där man kan återanvända en del av massorna.

Bedömningen av vad som kan anses vara rimligt att anta som vanligt förekommande har varit en viktig uppgift för projektets referensgrupp. Respektive scenario beskrivs i detalj i rapporten, så läsaren har själv möjlighet att ta ställning till relevansen av presenterade data. Miljöbelastningen från respektive läggningsscenarios olika delsteg har kvantifierats med hjälp av generiska data.

Studien följer strukturen i ISO - standarden för livscykelanalys, EN ISO 14 040:1997 [1]. Generella avsteg från rekommendationer i standarden i den här studien är att inte alla inflöden och utflöden följts till elementära flöden (flöden direkt från eller till naturen). Vilka flöden som inte följts till elementära flöden visas tydligt i varje enhetsprocess och i inventeringsresultatet. Det viktigaste flödet som inte följts till elementära flöden i denna inventering är produktionen av fjärrvärmeröret - denna inventering omfattar läggningen av fjärrvärmerör, men inte tillverkningen av de rör som läggs.

Studien är genomförd av Morgan Fröling och Magdalena Svanström vid Kemisk Miljövetenskap, Chalmers tekniska högskola.

Referensgruppen har bestått av Gunnar Nilsson (Göteborg Energi), Bengt Yngve (Göteborg Energi), Göran Johansson (Powerpipe Systems), Eva Larsson (Norrenergi) och Sture Sigström (Umeå Energi).



Figur 1a Traditionellt har miljöfrågor fokuserats på punktkällor, till exempel vid en fabriksanläggning. (Bild efter [2])

Figure 1a Traditionally, environmental interest has been focused towards point sources, e.g. an industrial plant (Adapted from [2])



Figur 1b När miljöfrågor studeras i livscykelperspektiv vill man ta hänsyn till alla delar av produktionsprocessen. (Bild efter [2])

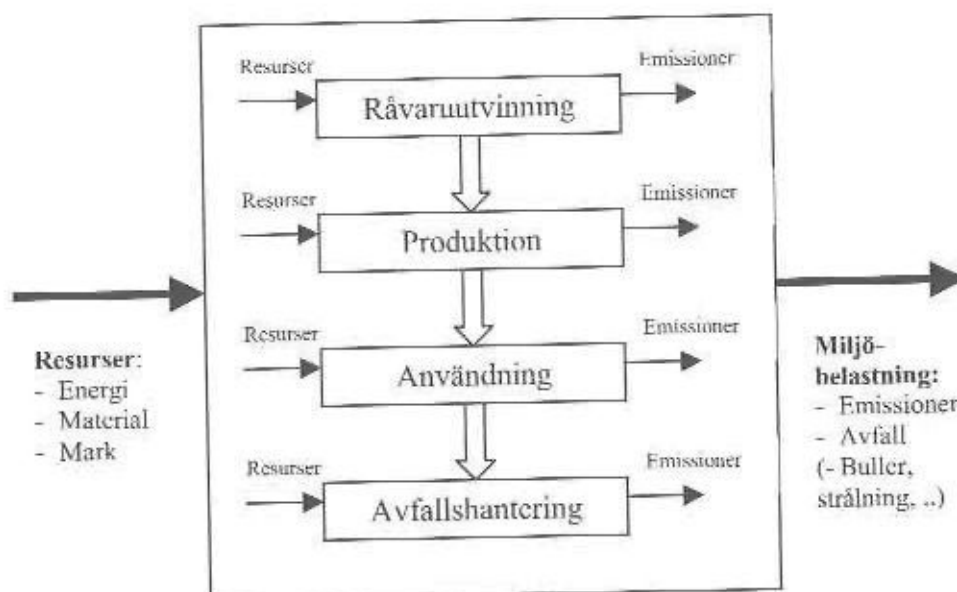
Figure 1b When you study environmental consequences with a life cycle perspective you want to include all activities necessary for the production process (Adapted from [2]).

1.2 Miljöbelastning i livscykelperspektiv

Miljöfrågor koncentrerades länge till olika typer av punktutsläpp, t.ex. från industriella tillverkningsprocesser eller fordonsavgaser. Stegvis har det utvecklats en bredare förståelse för miljöfrågor. Inte bara tillverkningsprocesser som sådana ger upphov till miljöpåverkan, utan hela kedjan med utvinning av råvaror ur naturen, transporter, förädling, tillverkning, användning samt energiomvandlingar och hur avfallet tas om hand ger en samlad inverkan på miljön från en produkt eller tjänst, se figur 1.

Detta livscykel tänkande kom än mer i fokus i och med Brundtlandkommissionens rapport *Our Common Future* inför FNs miljökonferens i Rio 1992. För att kunna nå målet om uthållig utveckling (*Sustainable Development*) är det nödvändigt att generera varor och tjänster med minsta möjliga totala miljöbelastning.

Livscykelanalys (LCA) är en metod för att kvantitativt beräkna och värdera den miljöbelastning som orsakas av en produkt, ett material eller en tjänst under alla faser av dess livscykel, se figur 2. Miljöbelastningen för vart och ett av de olika stegen summeras för hela systemet. Med miljöbelastning menas i allmänhet utsläpp av olika föroreningar och avfall, och även de naturresurser som tas i anspråk innefattas ofta i begreppet. Det är principiellt möjligt - men svårare och ovanligare - att väga in även andra parametrar, som t.ex. arbetsmiljö.

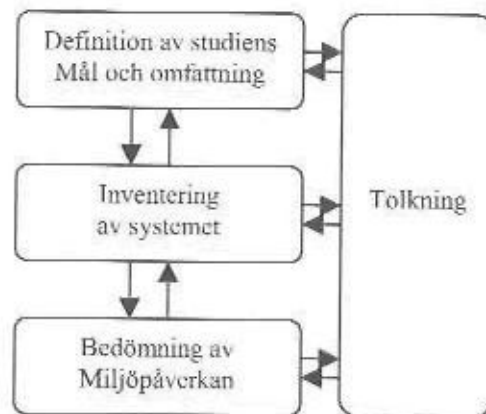


Figur 2 Förenklad illustration av det system som studeras för en vara eller tjänst vid livscykelanalys. Man summerar resursförbrukning, emissioner med mera för de olika delarna av systemet till en total belastning. (Källa: Naturvårdsverket)

Figure 2 A simplified illustration of the system under study in life cycle assessment regarding a product or a service. The resource uses and emissions from all the activities in the system are summarised to a total load. (Source: Swedish EPA)

För att kunna göra denna summering måste man först bestämma vad som ska ingå i det system man avser studera. Detta gör man när man bestämmer *mål och omfattning* för livscykelstudien. Därefter *inventerar* man vilken miljöbelastning som var och en av de i systemet ingående delarna ger upphov till. Miljöbelastningen summeras och resultatet blir en lista med olika parametrar för resursförbrukning och emissioner. Listan kallas inventeringsresultat (ibland används även beteckningarna miljöbelastningsprofil eller eko-profil). Om studien avslutas här har man gjort en livscykelinventering (LCI). Om man går vidare och tolkar resultatet kallas studien livscykelanalys (LCA).

Livscykelanalys är alltså en metod för att ge en helhetsbild av en produkts eller tjänsts samlade miljöpåverkan "från vaggan till graven". Det är viktigt att komma ihåg att resultatet av en livscykelanalys beror på vad som ingår i det system som studeras och hur studien genomförs. För att förstå resultat från livscykelstudier måste man därför ha satt sig in i studiernas mål och omfattning, annars kan de inte förstås i sin helhet. Därför är det viktigt att rapporterna innehåller tillräckligt med information, annars går resultaten inte att tolka. De standarder som finns på LCA-området har tillkommit för att säkerställa att studier genomförs och rapporteras på ett sätt som gör tolkning möjlig.



Figur 3 Strukturen för genomförandet av en livscykelstudie enligt ISO14040. De dubbelriktade pilarna antyder studiens iterativa karaktär.

Figure 3 The structure for performing a life cycle assessment study according to ISO14040. The two-way arrows indicate the iterative character of this type of investigations.

1.3 Internationell standard för miljömanagement och livscykelanalys

Standarden ISO14040 beskriver en metodik för ett systematiskt genomförande av livscykelanalyser. Denna standard ingår som en del i serien av standarder inom området miljömanagement, ISO 14000, där även standarderna för miljöledning (14001), miljörevision (14010), miljömärkning (14020) och miljövarudeklaration (14025) ingår.

Det engelska uttrycket för LCA är Life Cycle Assessment, som snarast skulle översättas till **livscykelbedömning**. På svenska har vi dock valt att använda ordet **analys** för att få samma förkortning, LCA, som man använder internationellt - även om beteckningen analys kanske är något oegentlig. ISO-standardens för LCA beskriver en struktur för arbetet, som framgår av *figur 3*. Om resultatet från en LCA-studie skall användas externt, i produktinformation eller reklam, kräver standarden en extern expertgranskning av studien, som skall utföras fristående från både de som genomfört studien och de som beställt studien.

I definitionen av **mål och omfattning** redovisas syftet med studien. Den funktionella enheten, som utgör basen för beräkningarna, definieras och de metodval som styr det fortsatta arbetet redovisas. Även geografiska och tidsmässiga begränsningar av systemet sätts upp, till exempel att produkten tillverkas i Sverige med en produktionsteknik som motsvarar den i nuläget mest använda tekniknivån.

En studie kan beskriva ett speciellt fall, till exempel tillverkning av en produkt i en viss fabrik vid ett visst tillfälle eller en studie av ett speciellt byggprojekt där man följer precis vad som äger rum i just detta fall. En studie kan också vara en genomsnittsstudie där man presenterar data för en genomsnittlig produktion av något som tillverkas av många olika tillverkare inom en bransch på lite olika sätt. Man kan

också göra en studie som beskriver ett scenario som är typiskt, till exempel om det handlar om en föreslagen framtida produktion.

En LCA kan vara kvalitativ, där man i ord allmänt beskriver systemets miljöpåverkan. Vanligast är dock att LCA-studier är kvantitativa, det vill säga att man så långt som möjligt söker sätta värden (siffror) på miljöpåverkan från livscykelns olika delar.

I **inventeringen** samlas data in för miljöbelastningen från de olika delarna av systemet och summeras. Detta är vanligen den i särklass mest tids- och arbetskrävande delen av studien.

För att underlätta **bedömningen av miljöpåverkan** kan inventeringsresultatet grupperas om på olika sätt:

Man kan göra en sammanställning av alla inventeringsparametrar (ämnen och motsvarande) som ger upphov till en viss typ av miljöpåverkan, till exempel alla ämnen som kan bidra till försurning, alla ämnen som kan bidra till ozonnedbrytning o.s.v. En sådan indelning i miljö kategorier kallas klassifiering.

Man kan kvantifiera den totala potentiella miljöpåverkan som de olika ämnena ger upphov till i de olika miljö kategorierna. Man måste då räkna om emissionen (resursförbrukningen) av varje ämne till en motsvarande mängd av ett för kategorien representativt ämne, som skulle ge upphov till samma påverkan. Utsläpp av försurande ämnen kan till exempel räknas om till en motsvarande mängd svaveldioxid eller vätejoner. En sådan omräkning kallas karaktärisering.

I de fall det är meningsfullt kan man räkna samman effekterna av all miljöpåverkan från det inventerade systemet (räkna samman alla miljö kategorier) till ett enda tal, som beskriver miljöbelastningen. För att göra detta krävs att all miljöpåverkan kan räknas om till att ha en och samma enhet. Detta kallas viktning. För att kunna göra en sådan sammanräkning måste man ha en värdegrund att utgå ifrån. Här talar man ofta om olika metoder, till exempel EPS, EcoIndicator, ET och EDIP. Metoderna ger ofta olika resultat eftersom de bygger på olika värdering av vad som är god miljö.

I praktiken är LCA en iterativ process. I allmänhet är det först när en första effektbedömning är gjord som de delar av livscykeln som ger störst potentiell miljöpåverkan är identifierade, och därför kräver extra uppmärksamhet i inventeringen. Under arbetets gång kan också målbeskrivningen behöva förtydligas eller justeras.

2 Definition av mål och omfattning

2.1.1 Studiens mål

Det övergripande målet för denna studie är att samla in data beträffandeläggning av fjärrvärmerör för att möjliggöra en miljömässig utvärdering med LCA-metodik. Studien är en inventering, dvs insamling av kvantitativa miljöbelastningsdata för de ingående processerna.

Resultaten är avsedda att utgöra delunderlag för en miljömässig helhetsbedömning av fjärrvärme för uppvärmning av bostäder. Ett syfte är också att identifiera de mest miljöbelastande delarna (sk "hot spots") av lägningsprocessen, för att se vilka miljöförbättringar som kan göras och som bör studeras närmare.

Ytterligare ett mål är att den information som samlats här tillsammans med motsvarande information om övriga delar av distributionssystemet ska kunna användas för att identifiera de mest miljöbelastande delarna för hela distributionssystemet. Resultaten kan även användas som underlagsmaterial för jämförelser med nya material eller systemlösningar, när sådana blir aktuella, och som underlag för att bedöma om den nya lösningen innebär en förändring till det bättre samt som underlagsdata för en miljövarudeklaration. Därför är det viktigt att bakgrundsinformation till redovisade data dokumenteras.

Rapporten är avsedd att förmedla miljörelaterad information till fjärrvärmens intressenter (i första hand energibolag) i syftet att bredda och fördjupa förståelsen för den miljöpåverkan som användningen av fjärrvärme, i detta fall specifikt läggningen av fjärrvärmerör, ger upphov till. Terminologi och grundstruktur i rapporten följer ISO-standarden för livscykelanalys [1,3].

2.2 Studiens omfattning

I denna studie betraktas miljökonsekvenser av läggning av fjärrvärmerör med fast polyuretanisolering, med medierör av stål och med isoleringen på utsidan skyddad av ett mantelrör av polyeten. En viktig avgränsning är att studien omfattar konstruktionen av rörsystemet men inte tillverkningen av fjärrvärmerören, inte heller resthanteringen av rören när rörsystemet tjänat ut och tas ur drift. Endast läggning av huvudledning betraktas i denna studie, inte anslutningsledningar.

Studien omfattar livscykelmodellering av lägningsprocessen och insamlande av belastningsdata för de primära delprocesserna. För de i systemet ingående delprocesserna, som till exempel produktion av olika material och framställning av bränslen, omfattar studien insamlande av generiska data.

2.2.1 Val av studerad funktion

Ett fjärrvärmerör är avsett att transportera hetvatten för bostadsuppvärmning (inklusive varmvattenberedning). Den aktuella funktionen är alltså transport av värmeenergi och funktionen utförs av produkten, fjärrvärmeröret.

Vid en helhetsbedömning av energidistribution med hjälp av fjärrvärme bör den studerade funktionen vara leverans av en viss värmemängd till en fastighet (eller t o m uppmätt resultat i den uppvärmda byggnaden). Då denna studie omfattar läggningen av rör används en viss längd av lagda rör som bas för studiens beräkningar, i stället för levererad värmemängd.

Genom den här valda funktionella enheten kan insamlade data användas som delunderlag i en större systemstudie, även om en annan funktion då studeras. När väl övriga systemparametrar har valts (som exempelvis rörsystemets utformning och metod för värmeproduktion) för en sådan studie kan en omräkning av den här valda funktionen till en för en helhetsbedömning mer lämplig funktionell enhet enkelt göras.

2.2.2 Funktionell enhet

Den funktionella enhet som studerats är 100 löpmeter installerad fram- och returledning. Det innebär 200 meter installerade enkelrör och 100 meter installerat twin-rör.

De studerade dimensionerna är:

- Enkelrör DN 25
- Enkelrör DN 100
- Enkelrör DN 500
- Twin-rör DN 25

2.2.3 Beskrivning av det tekniska systemet

Denna inventering av processen "läggning av fjärrvärmerör" är inte en studie av något specifikt projekt - resultatet är alltså inte fallspecifikt. Hur det exakt går till att bygga ett fjärrvärmesystem kommer att skilja sig från fall till fall. Tillgänglighet, markförhållanden, behov av sprängning, transportavstånd, typ av larmsystem och alla andra parametrar vid konstruktion av systemet kan varieras nästan i det oändliga, liksom enskilda personers agerande. Körstil påverkar till exempel bränsleförbrukning och emissioner från en lastbilstransport, och körstilen varierar inte bara med förare utan även för samma förare beroende på till exempel humöret - om man har grälat med sina barn på morgonen kanske man kör mer aggressivt än man annars skulle ha gjort.

I denna studie har ett antal fall valts ut som representerar olika vanligt förekommande läggningsalternativ. Informationen som ligger till grund för dessa scenarion har tagits fram genom intervjuer med konstruktörer och entreprenörer som dagligen arbetar inom olika delområden vad gäller konstruktion av distributionssystem för fjärrvärme och genom diskussioner av den insamlade informationen i projektets referensgrupp.

De grundfall som studerats ärläggning av 100 meter kulvert, i betydelsen både fram- och returledning av DN100, DN500 och DN25 singelrör, samt DN25 twin-rör.

Läggningen gäller två olika områdesmiljöer:

- **gatumiljö** som kännetecknas av att man måste bryta upp och återställa asfalt, och att man måste transportera bort alla uppgrävda massor; och
- **grönområde** där man inte har asfalt och där man kan återanvända en del av massorna.

Notera att detta är en studie av just läggningsfasen för fjärrvärmerör, och inte den fullständiga livscyklen för ett fjärrvärmerör. Produktion av fjärrvärmerören och drift av fjärrvärmesystemet är inte inkluderat. Inte heller har sluthantering av fjärrvärmerören när rörsystemet tas ur drift studerats. Den projekteringsfas som föregår konstruktionen av fjärrvärmesystemet har inte behandlats, och av kontroll- och besiktningsfasen är endast svetsröntgning och inmätning av skarvpositioner behandlade. Syftet med denna studie har varit att samla in information som kan ligga till grund för mer omfattande studier där sådana aktiviteter inkluderas, om så önskas.

Studien är byggd i flera "nivåer", där den översta beskriver de aktiviteter som man direkt kommer i kontakt med vid läggning av fjärrvärmerör. Dessa aktiviteter är sedan i sin tur uppbyggda av en rad andra aktiviteter. Rörgraven schaktas och uppgrävda massor transporteras bort. I fallet med gatumiljö innebär det att asfalt ska tas upp och transporteras bort. Fjärrvärmerören transporteras till byggplatsen. Mediaröret svetsas, skarvarna röntgas, röret muffas och skummas och larmsystemet kopplas. Därefter återfylls rörgraven med olika material. I fallet gatumiljö innebär detta också asfaltering. Antalet skarvar varierar med rörlängd och antal installerade rördelar (böjar, T-stycken) och är inkluderat med normalsituationen för respektive dimension. Läggning av huvudledning har studerats, inte servicer.

Det övergripande systemet beskrivs i *figur 4* för fallet gatumiljö. Flödesschemat beskriver grovt vilka processer som inkluderats i studien - observera att flera av de ingående processerna i sig beskrivs av motsvarande flödesscheman på nästa underliggande nivå. Hur information inhämtats och var avgränsningar gjorts beskrivs aktivitet för aktivitet i kapitel 3 Inventering.

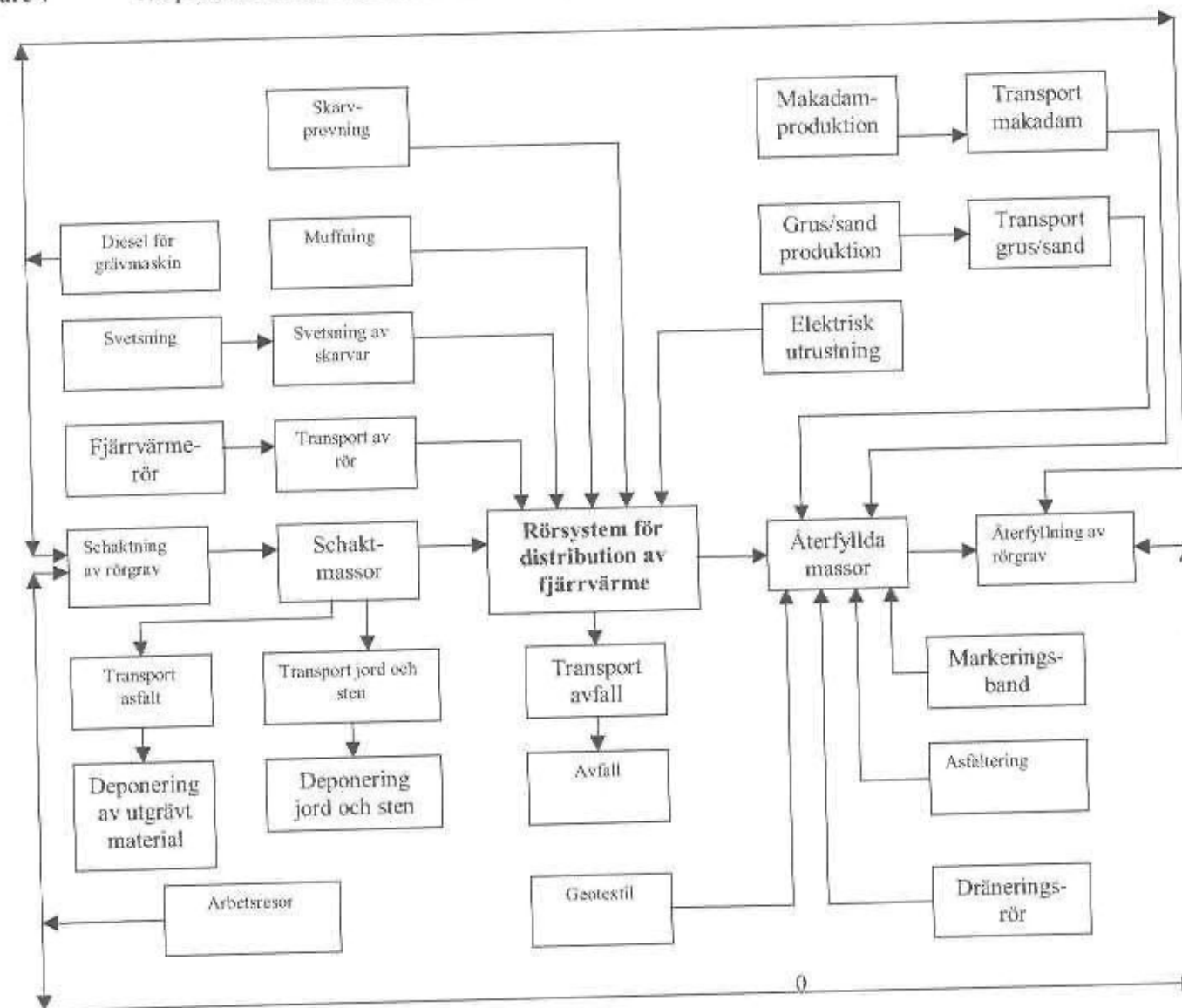
Arbetsmiljöfrågor har inte kvantificerats. Inte heller lokala problem med buller, minskad framkomlighet och liknande irritationer för närboende.

Figur 4

Flödesschema över ingående processer förläggning av fjärrvärmerör i gatumiljö. Detta är översta nivån av produktsystemet (nivå 1), flera av de ingående blocken har sitt eget flödesschema.

Figure 4

The processes included in the scenario street environment, uppermost level (level 1). Several of the boxes represent flow charts.



2.2.4 Systemgränser

2.2.4.1 Definition av livscyklerna

Vaggen för livscyklerna för de studerade systemen är naturen. Systemgränsen mellan naturen och det tekniska systemet passeras när råvaror utvinns, t ex när råolja som resurs utvinns från oljefyndigheten.

Graven för systemet är också naturen - utflöden från systemet i form av emissioner når marken, luften eller vattnet. Deponerat avfall behandlas som ett utflöde ur systemet, det vill säga emissionerna från deponerat material genom lakning och bildning av gas från det deponerade materialet är ej inkluderat. Olika avfallstyper är så långt som underlagsdata tillåtit grupperade så att det är möjligt att uppskatta eller undersöka miljöeffekterna av det deponerade avfallet vid ett senare tillfälle.

Vid förbränning av avfall inkluderas förbränningsprocessen i systemet. Emissioner till luft samt aska eller annat avfall från förbränningsprocessen är utflöden från systemet.

Notera att miljöbelastning från produktionen av själva fjärrvärmeröret inte är inkluderad i denna inventering, utan fjärrvärmeröret anges som ett icke-elementärt inflöde till systemet. Inte heller resthanteringen av röret när distributionssystemet tjänat ut är inkluderad i denna inventering avläggning av fjärrvärmerör.

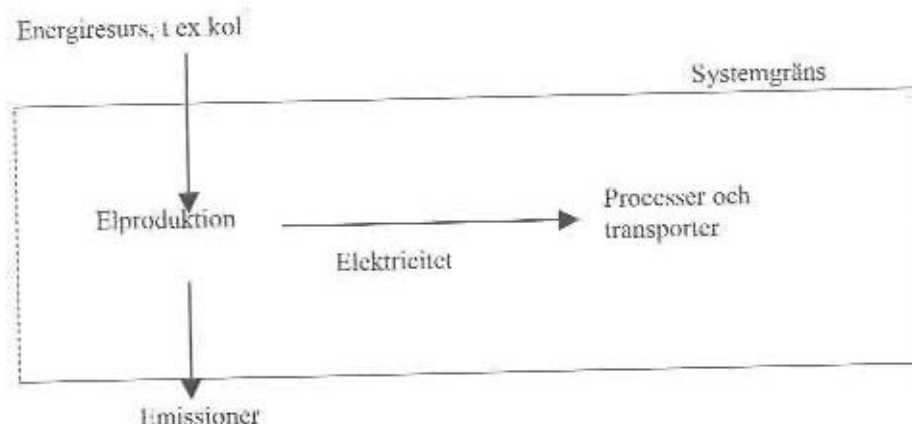
Vilka delprocesser som har inkluderats i processen "läggning av fjärrvärmerör" framgår i avsnittet 2.2.3 Beskrivning av det tekniska systemet, samt av *figur 4*. Notera att ett flertal av delprocesserna i sig utgörs av livscykelssystem.

2.2.4.2 Gränser mot andra livscykler

De resurser som används för framställning av material antas vara virgina, dvs producerade av icke återvunnet material. En viss inblandning av återvunnet material förekommer dock för stål.

2.2.4.2.1 Elproduktion

Produktion av el samt av dieselloja och andra bränslen ingår i systemet. Såväl bränslen som emissioner inkluderas (se *figur 5*). Elektricitet blir därmed en intern parameter inom systemen, som varken flödar in eller ut över systemgränserna. Miljöbelastningen vid elproduktionen inkluderas i respektive process där elektriciteten förbrukas.



Figur 5
Figure 5

Produktion av el ingår i det studerade systemet. El är därför inte ett inflöde.
Production of electricity is included in the system under study, and hence electricity is not an inflow.

2.2.4.2.2 Inflöden som ej följts till vaggan

Vissa materialflöden in i systemen är ej följda tillbaka till vaggan, det gäller speciellt sådana materialflöden som är mycket små. Dessa parametrar betecknas som "icke elementära inflöden" ("non-elementary in-flows") i inventeringsresultatet.

Det viktigaste av dessa inflöden (och som inte heller är ett litet materialflöde) är de fjärrvärmerör som installeras – produktionen av dessa rör är inte inkluderad i denna studie, som är koncentrerad runtläggning av fjärrvärmerör.

2.2.4.2.3 Utflöden som ej följts till graven

Vissa materialflöden ut ur systemen är ej följda till graven. Data för dessa utflöden saknas som regel. Dessa parametrar betecknas som "non-elementary out-flows" i inventeringsresultatet.

2.2.4.3 Geografiska gränser

Arbetet med läggning antas ske i Sverige, med svenska entreprenörer. Den el som används antas vara svensk, genomsnittlig el. Resthantering och deponi antas ske i Sverige.

Vad gäller produktion av polyol och isocyanat för polyuretan till skarvskummet samt produktion av polyeten till skarvmuffen avser informationen genomsnittlig produktion i Europa (även inkluderande motsvarande elproduktion).

2.2.4.4 Tidsmässiga gränser

Inventeringen beskriverläggning av fjärrvärmerör i Sverige tidsperioden 1999-2000. Generiska data använda för att beskriva ingående delprocesser är i huvudsak inventerade under perioden 1990-2000.

2.2.4.5 Datakvalité

För den översta nivån, den primära beskrivningen av lägningsförfarandet, accepteras uppgifter från utförare (till exempel de personer som praktiskt utför schaktning, svetsning eller muffning) vilka avstämms mot upplåtning hos beställare (fjärrvärmeföretag) och rimlighetsbedöms mot litteratordata för liknande aktiviteter, om detta är möjligt. Då studien inte är en undersökning av konstruktionen av en specifik fjärrvärmeledning utan arbetar med scenarion som ger allmänna data, används i övrigt huvudsakligen generiska data och genomsittsdata, inte specifika data.

2.2.5 Metod för inventering

2.2.5.1 Datainsamling

Primärdata (översta nivån) för lägningsaktiviteter har insamlats genom intervjuer med konstruktörer och entreprenörer från Göteborg Energi och Norrenergi. Den insamlade informationen har stämts av med projektets referensgrupp. Referensgruppen har också valt de scenarion som studerats. Miljöbelastning från processer och material för aktiviteter på underliggande nivåer har beskrivits med insamlade litteratordata.

Det praktiska arbetet med datainsamlingen har skötts av Morgan Fröling och Magdalena Svanström, Kemisk Miljövetenskap, Chalmers.

2.2.5.2 Tolkning av data och beräkning av inventeringsresultat

Den insamlade informationen har organiserats och inventeringsresultatet beräknats med hjälp av mjukvaran LCAiT 4.0 (Life Cycle Inventory Tool) [4] utvecklat av Chalmers Industriteknik (CIT), avdelningen Ekologik [5].

2.2.6 Inventeringsdata och miljöeffektbedömning

Markutnyttjande har ej inkluderats. Mark utnyttjas i och för sig för gruvor där metaller utvinns och för att lägga kablar för telekommunikationen etc. Anledningen till att markutnyttjande exkluderats är dels att data på hur mycket mark som utnyttjas i dessa sammanhang samt hur marken förändras saknas, dels att metodiken för att kvantifiera miljöpåverkan av att mark utnyttjas på olika sätt ej är utvecklad. I många livscykelanalyser används markanvändning som en inventeringsparameter mätt i t ex m²år, men då data saknas har det ej varit möjligt att inkludera markanvändning här.

Vatten som resurs inkluderas ej, då data på vattenförbrukning ej finns systematiskt insamlade på samma sätt som andra parametrar för livscykelns olika processer. Många av livscykelns processer sker också i Sverige, där färskt vatten ej utarmas (förutom kanske på enskilda platser), och denna parameter ej varit prioriterad i analysen. I framtida studier kan dock vatten vara en viktig parameter; speciellt för studier som rör södra Europa, Asien etc.

Utarmning av förnyelsebara energi- och materialresurser inkluderas ej eftersom endast en mycket liten del av resursanvändningen för material och för energi är förnyelsebara. De förnyelsebara resurser som används är vattenkraft för elproduktion och biomassa för värme- och elproduktion. Förbrukningen av dessa resurser finns bokförda i inventeringen, och det har ej varit prioriterat att inkludera dem i miljöeffektbedömningen eftersom de just är förnyelsebara.

Arbetsmiljöeffekter inkluderas inte, då det ligger utanför syftet med studien.

Habitatförändringar och effekter på biologisk mångfald har ej inkluderats, då orsakseffekt kedjorna ej är tillräckligt kartlagda för dessa effekter.

Humantoxiska och ekotoxiska effekter är svåra att kvantifiera då data om var utsläppet sker ej finns. De humantoxiska och ekotoxiska effekterna varierar starkt med var utsläppet sker, till skillnad från globala effekter där effekterna inte varierar i större omfattning med var i geografien utsläppet sker. Egentligen skulle alltså ytterligare data om var utsläppet sker (t ex höjd), hur substansen omformas kemiskt och hur snabbt, etc behöva inkluderas för att miljöeffektbedömningen skulle bli mindre osäker. Effekten beror också på koncentrationen vid utsläppet och inte bara på den totala utsläppta mängden. Humantoxiska och ekotoxiska effekter har inte beaktats i denna studie.

2.2.7 Granskningsförfarande

Ingen extern granskning av studien har skett.

2.2.8 Användbarhet av denna rapport

Denna studie är utförd för beskrivna fall för läggning av fjärrvärmerör. Studiens slutsatser kan inte självklart användas för lägningsfall som har avvikande förutsättningar.

Några betydelsefulla omständigheter för användbarheten är:

- Faktiskt schaktningsarbete
- Transportavstånd

Med kunskap och insikt om det ovanstående kan denna studie användas med försiktighet som underlag vid arbete med miljövarudeklaration av fjärrvärme och för att dra allmänna slutsatser om miljöaspekter för läggning av fjärrvärmerör.

3 Inventering

De data som ligger till grund för inventeringen kommer nu beskrivas mer i detalj. Studien är byggd i flera nivåer, där den översta nivån (nivå 1) beskriver de aktiviteter som man direkt kommer i kontakt med vidläggning av fjärrvärmerör. Dessa aktiviteter är sedan i sin tur uppbyggda av en rad andra underaktiviteter. I detta kapitel beskrivs hur information inhämtats och vilka avgränsningar som gjorts, aktivitet för aktivitet.

3.1 Definitioner och enheter

Följande enheter används:

- massa: gram (g) och kilogram (kg) för emissioner, resursutarmning och avfall.
- energi: joule (J) och megajoule (MJ) för elförbrukning och bränslen (energibärare som är interna parametrar). I insamlade originaluppgifter förekommer även enheten kilowattimme (kWh). 1 kWh=3.6 MJ.

Miljöbelastningsparametrar definieras som parametrar som beskriver emissioner till luft, vatten och mark, samt resursutarmning och avfallsgenerering.

Sådant som buller, förfylad omgivning och liknande definieras inte som miljöbelastningsparametrar i denna studie, och har inte tagits med inventeringen.

3.2 Lläggning av fjärrvärmerör - Inventeringsdata för nivå 1

Processtrådet för den översta nivån finns i princip beskrivet i *figur 4* i kapitel 2. För vart och ett av alternativen finns det ett processtråd, som innehåller något olika aktiviteter beroende på rördimension och lägningsfall. I uppbyggnad är de dock lika, förutom att aktiviteter med anknytning till uppbrytning och återställande av asfalt utesluts i fallet "grönområde".

I processtråden ingår både atomiska aktiviteter (sådana som inte är uppbyggda av underaktiviteter), vilka beskrivs i underrubriker i detta avsnitt, och aktiviteter som i sig själva utgör produktsystem, vilka beskrivs i de följande avsnitten.

3.2.1 Schaktning av rörgrav

Informationen om schaktning av rörgrav för fjärrvärmerör bygger på intervjuer och uppskattningar av personer som utför denna typ av arbeten. Data bygger huvudsakligen på information och erfarenheter av Mark- och Energibyggarna AB [6] som har flera decenniers erfarenhet av schaktning för fjärrvärme. Uppgifterna avser förhållanden (maskinparkens kvalitet o. dyl.) 1999 och 2000.

Uppgifterna har jämförts med uppgifter från andra källor [7, 28] och befunnits vara överensstämmande med dessa.

Schaktarbetet förändras drastiskt om det visar sig att man på grund av någon större sten eller berg behöver spränga. Behovet av sprängning varierar mycket kraftigt mellan schakt på olika platser, ofta på ett sätt som är svårt att förutsäga. Många gånger behöver man inte spränga alls. Sprängning har därför inte tagits med i denna studie, men det är möjligt att lägga till miljöbelastningen för sprängning till resultatet.

Schaktning i gatumiljö

Vid schaktning enligt scenariot gatumiljö måste asfalt brytas och schaktmassorna på grund av platsbrist omedelbart transporteras iväg.

Vid en "genomsnittlig" schaktning i gatumiljö gräver man med en grävmaskin. Det krävs en man i maskinen och en man i schaktgraven. Tre lastbilar går i skytteltrafik för att köra bort uppgrävda massor.

För ett DN100 enkelrör schakt är uppskattningen från Mark- och Energibyggarne att man kan schakta 30 till 50 meter rörgrav under en åttatimmars arbetsdag [6]. Den tid det tar att schakta är kraftigt beroende av markförhållandena. Diselåtgången för grävmaskinen varierar med markens beskaffenhet, men även med grävmaskinistens erfarenhet. En diesleåtgång mellan 10 och 15 liter per timma är vanligt för de schaktningar Mark- och Energibyggarne utför.

Ovan nämnda uppgifter ger ett intervall av 2 till 3,3 arbetsdagar och en förbrukning av 160 till 400 liter diesel per 100 m rörgrav. Det linjära medelvärdet 280 liter diesel har använts. Det vanligaste fallet har uppgivits vara att arbetarna åker från schaktplatsen för att äta lunch. Medelvärdet 5,2 arbetsresor, till och från arbetsplatsen, per 100 meter rörgrav har använts.

Uppgifterna ovan har använts för DN100 enkelrör. För övriga rördimensioner har uppgifterna räknats om med schaktkvolymen (*tabell 1*) som bas.

Schaktning i grönområde

Det som skiljer scenariot grönområde från scenariot gatumiljö är att man inte omedelbart behöver transportera bort alla de schaktade massorna – då en del av massorna kan användas för återfyllnad. Det förekommer inte heller någon asfaltsbrytning, och det är allmänt mer lättschaktat på grund av mindre ledningar och dylikt att ta hänsyn till.

Vid en "genomsnittlig" schaktning i grönområde gräver man med en grävmaskin. Det krävs en man i maskinen och en man i schaktgraven.

För ett DN100 enkelrör schakt är uppskattningen från Mark- och Energibyggarne att man kan schakta 70 till 100 meter rörgrav under en åttatimmars arbetsdag [6]. Den tid det tar att schakta är kraftigt beroende av markförhållandena. Diselåtgången för grävmaskinen varierar med markens beskaffenhet, men också med grävmaskinistens erfarenhet. En diesleåtgång mellan 10 och 15 liter per timma är vanligt för de schaktningar Mark- och Energibyggarne utför.

Tabell 1 Skarvskumsvolym, borttransporterade schaktmassor, hämtade fyllnadsmassor samt yta för asfaltering för de olika scenarierna. I fallet Grönområde antas toppfyllningen ske med tidigare uppschaktade massor, i fallet Gatumiljö med makadam.

Table 1 The foam volume in the joints, the excavated masses, the filling material and the area to asphalt for the different scenarios. In the case of green area, the top filling is supposed to be made by earlier excavated material, in the case street environment by macadam.

Rördimension	Skarvskum volym (skarvlängd 0,5 meter)	Borttransporterade schaktmassor			Återfyllnad			Asfalt Yta
		Gatumiljö		Grönområde	Bädd Grus	Kring- fyllning	Topp- fyllning	
		Asfalt	Övrigt			Sand		
	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m2]
DN25 singel	0,0043	0,062	0,83	0,43	0,12	0,28	0,062	1,08
DN25 twin	0,0069	0,049	0,63	0,33	0,077	0,22	0,305	0,88
DN100	0,0147	0,084	1,32	0,77	0,18	0,51	0,084	1,65
DN500	0,0966	0,152	3,77	2,74	0,34	1,59	0,152	4,45

Tabell 2 Försäljning av rör och rördelar för olika rördimensioner vid PowerPipe Systems AB [10]. Denna statistik har använts i beräkningen av antal skarvar per 100 m ledningsgrav för de olika scenarierna.

Table 1 The sale of pipes and parts of different dimensions at PowerPipe Systems AB [10]. These statistics has been used in the calculations of the number of joints per 100 meter of pipe trench for the different scenarios.

Rördimension	Böjar per 1000 m rör	T-stycken per 1000 m rör	Övrigt per 1000 m rör
DN25 singel	125	5	5
DN25 twin	61	12	0
DN100	61	18	12
DN500	6	2	0

Ovan nämnda uppgifter ger ett intervall av 2 till 3,3 arbetsdagar och en förbrukning av 80 till 165 liter diesel per 100 m rörgrav. Det linjära medelvärdet 122,5 liter diesel har använts. Det vanligaste fallet har uppgivits vara att arbetarna åker från schaktplatsen för att äta lunch. Medelvärdet 2,3 arbetsresor, till och från arbetsplatsen, per 100 meter rörgrav har använts.

Uppgifterna ovan har använts för DN100 enkelrör. För övriga rördimensioner har uppgifterna räknats om med schaktkvolymen (tabell 1) som bas.

3.2.2 Schaktade massor

Volymerna av de schaktade massorna är tagna som när schaktningen sker enligt Fjärrvärmeföreningens läggningsanvisningar [8]. Kantlutningen kan variera, här har 1:4 använts. Volymerna för de olika läggningsfallen framgår av tabell 1.

3.2.3 Konstruktion av rörsystemet

Denna aktivitet är den mest omfattande i processträdet. Den innehåller dock i sig själv inte några emissioner, utan beskriver de olika åtgärder och material som krävs för att konstruera rörsystemet.

Rör och skarvar

Antalet rör som används för 100 meter rörgrav har räknats utgående från ett genomsnittligt rörspill av 4% för DN100 och DN25 singelrör och av 1% för DN500 och DN25 twinrör (50m rulle), vilket var uppgifter som referensgruppen ansåg vara rimliga enligt deras erfarenhet [9]. Till det antal skarvar som krävs för att sammanfoga rören kommer även de skarvar som krävs för att infoga rördelar som böjar och T-stycken. Antalet rördelar per 100 meter rörgrav har tagits från Powerpipes försäljningsstatistik [10] för de olika dimensionerna av rör, se *tabell 2*.

För varje skarv svetsas stålroret och svetsskarven röntgas. Därefter muffas och skummas skarven. Innan rörgraven återfylls mäts skarven in.

Larmsystem

Det rörsystem som studerats är försett med fuktlarm. Dessa kräver en viss elektronik för övervakning, larmdosorna. Det finns olika typer av system, som mäter på lika olika sätt. Vilken distans av larmtråd som kan övervakas varierar med olika modeller, det finns system som klarar allt mellan 1000 och 10000 meter larmtråd [11,12]. Då larmdosorna är en relativt liten del av rörsystemet om man ser det i vikt material antogs som grovt medelvärde att larmsystemet som installerades klarade att övervaka 4000 meter larmtråd, dvs 0,1 larmdosa per 100 meter rörgrav för singelrör och 0,05 för twin-rör.

Endast själva larmdosan är medtagen, inte kabeldragning och liknande nödvändig kringutrustning.

Avfall

Det fasta avfall som uppkommer på konstruktionsplatsen har av några entreprenörer och beställare uppskattats till ungefär "en container i veckan för en medeldiameter" [9], vilket räknats om till ungefär 7 m³ per 100 meter rörgrav. Detta värde har använts för alla rördimensioner.

3.2.4 Material för återfyllning av rörgrav

Volymerna av de återfyllda massorna är tagna för fallet att schaktningen skett enligt Fjärrvärmeföreningens läggningsanvisningar [8]. Kantlutningen kan variera något, här har 1:4 använts. Volymerna för de olika läggningsfallen framgår av *tabell 1*.

3.2.5 Återfyllning av rörgrav

Det krävs ungefär samma maskininsats för att återfylla en rörgrav som för att schakta den anser Mark- och Energibyggarna [6], vilket överensstämmer med de uppgifter som lämnats i andra studier av liknande operationer [7, 28]. Motsvarande data som för uppschaktning av rörgraven har därför använts för återfyllnad.

3.2.6 Dieselanvändning grävmaskin

Miljöbelastningen från dieselanvändning i grävmaskin beskrivs med data från [13]. Informationen avser dieseldrivna arbetsmaskiner och svenska förhållanden runt 1990. Möjligen används grävmaskiner med bättre motorer än så vidläggning av fjärrvärmerör, men arbetsinsatsen för grävarbetet är ändå så varierande beroende på marksituationen (se avsnitt 3.2.1) att det inte ansetts relevant för denna studie att lägga arbete på att uppdatera dessa emissionsdata.

3.2.7 Dieselframställning

Emissionsdata för utvinning och förädling av den diesel som används omfattar råoljeutvinning, transport av råolja, raffinering till diesel samt distribution av diesel och baseras på [15]. Informationen avser förhållanden i början av 1990-talet.

3.3 Tillverkning och transport av fjärrvärmerör

Produktionen av de fjärrvärmerör som installeras har inte undersökts i denna studie, utan endast processer knutna tillläggning och konstruktion av rörsystemet. Transporten av rören från tillverkare till konstruktionsplatsen är däremot inkluderad.

Olika konstruktionsplatser ligger på mycket skilda avstånd från rörtillverkare och man kan välja olika tillverkare. Ett genomsnittligt transportavstånd på 1000 km har använts i denna beräkning.

Transportemissionerna baseras på emissionsfaktorer avseende ton-km last från Nätverket för transport och miljö [16] och avser transport med en genomsnittlig lastbil med maxlast 14 ton och maxvikt 24 ton, som uppfyller utsläppskraven Euro2, kör landsvägskörning och har lastgraden 50%.

Emissionsdata för utvinning och förädling av den diesel som krävs beskrivs i avsnitt 3.2.7.

Transporterade vikter har tagits fram från nödvändig rörlängd och viktuppgifter enligt nedan:

DN25 (singel), 12m rör, 4.0 kg/m.

DN100, 12m rör, 16.0 kg/m.

DN500, 16m rör, 130 kg/m.

DN25(twin), rulle 50m, 4.0 kg/m (antaget samma som för rårör DN25 singel).

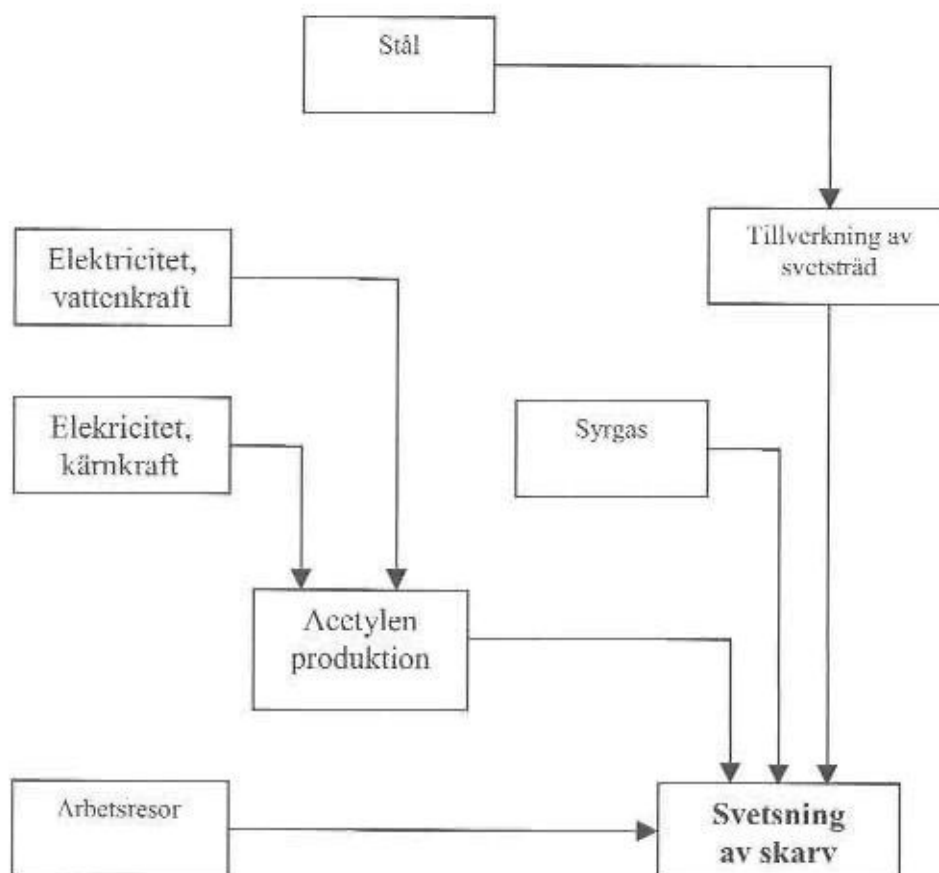
vilket ger:

DN25(singel), 48 kg/rörenhet.

DN100, 192 kg/rörenhet.

DN500, 2080 kg/rörenhet.

DN25(twin), 200 kg/rulle (50 m).



Figur 6 Produktträd för svetsning av stålörsskarv (nivå 2).
Figure 6 Flowchart for welding of the steel pipe joint (level 2).

3.4 Skarvning/svetsning

Processträdet för underaktiviteten svetsning (nivå 2) framgår av *figur 6*. Rören kan svetsas med elsvets eller gassvets. Gassvets används i Sverige normalt för klana dimensioner medan elsvets används för grövre dimensioner [10]. Internationellt används huvudsakligen elsvets för fjärrvärmerör.

Inventeringen bygger på intervjuer med utförare (och avser gassvetsning) samt litteraturdata.

3.4.1 Svetsskarv

Inventeringen bygger på intervjuer med svetsentreprenörer [17]. Ursprungliga inventeringsdata avser ett rörssystem med DN200 singelrör och 120 meter rörgrav.

Som normalvärde tar det två man två dagar att svetsa detta system. Skarvarna gassvetsas. Åtgången svetsgas är ungefär 1 flaska acetylen för 25 skarvar och det krävs två svetspinnar per skarv.

Antal rörskarvar per 100 meter rörgrav för ett DN200 system (inklusive rörkomponenter) har tagits till 16, vilket ger 8 skarvar per arbetsdag för denna dimension. Gasflaskan har antagits vara av typ A20, vilken innehåller 3.1 kg acetylen löst i aceton och kiselgur [18], vilket ger ett acetylenbehov av 0,124 kg per skarv. Det krävs 2,5 mol syrgas för att oxidera 1 mol acetylen vilket innebär en syrgasförbrukning av 0,384 kg per skarv. Den eventuella el som behövs tas från elnätet och om detta inte går används el från ett mobilt dieselaggregat. Elförbrukningen är dock liten, och har inte kvantificerats i denna studie.

Vad gäller arbetsresor har antagits att två personer behöver resa i genomsnitt fem kilometer till och från konstruktionsplatsen varje dag, samt tre kilometer till och från någon lunchrestaurang eller motsvarande. Detta ger 4 km arbetsresor per svetsad skarv.

Som förenklat antagande har uppgifterna för DN200 systemet räknats om till andra dimensioner med röromkretsen som bas.

Svetslängd per fjärrvärmerörsskarv blir då:

DN200	0,688m
DN25(singel)	0,106m
DN25(twin)	2x0,106=0,212m
DN100	0,359m
DN500	1,60m

3.4.2 Svetseläktrod

Miljöbelastningsdata för produktion av svetseläktroder har uppskattats med data avseende svetseläktroder från ESAB [19]. En 40 cm lång svetseläktrod väger c:a 70 g. Huvuddelen av detta material är stål, med små tillsatser. Vid elsvetsning slutar runt 25-30 g av svetseläktroden som slagg [19]. Svetseläktrod för gas ger normalt inget slagg [10]. Värdena 70 g stål och 25 g slagg har använts i denna studie. Slaggmängden har tagits med trots att övriga inventeringsdata avser gassvetsning för att ge viss avspiegling av att även elsvetsning förekommer vid fjärrvärmsvetsning.

3.4.3 Stålproduktion

De miljöbelastningsdata som använts avser stålproduktionen vid SSAB Tunnpååt i Luleå, Sverige [20]. Ekonomisk allokering har använts. Data avser produktion från virgin råvara i form av pellets levererade från LKAB, Malmberget, Sverige. Uppströmsdata inkluderar bland annat kalkstensbrytning för att täcka behovet vid stålframställningen.

3.4.4 Svetsgas

Miljöbelastningen från framställning av svetsgasen acetylen har approximerats med framställning av etylengas, båda gaserna kan erhållas vid krackning av råolja. Data för etylen avser genomsnittlig produktion vid Europeiska krackeranläggningar åren 1990-

93 [21]. I studien har kärnkraftsel och vattenkraftsel inte följts uppströms, och har därför lagts till i denna rapport.

3.4.5 Arbetsresor

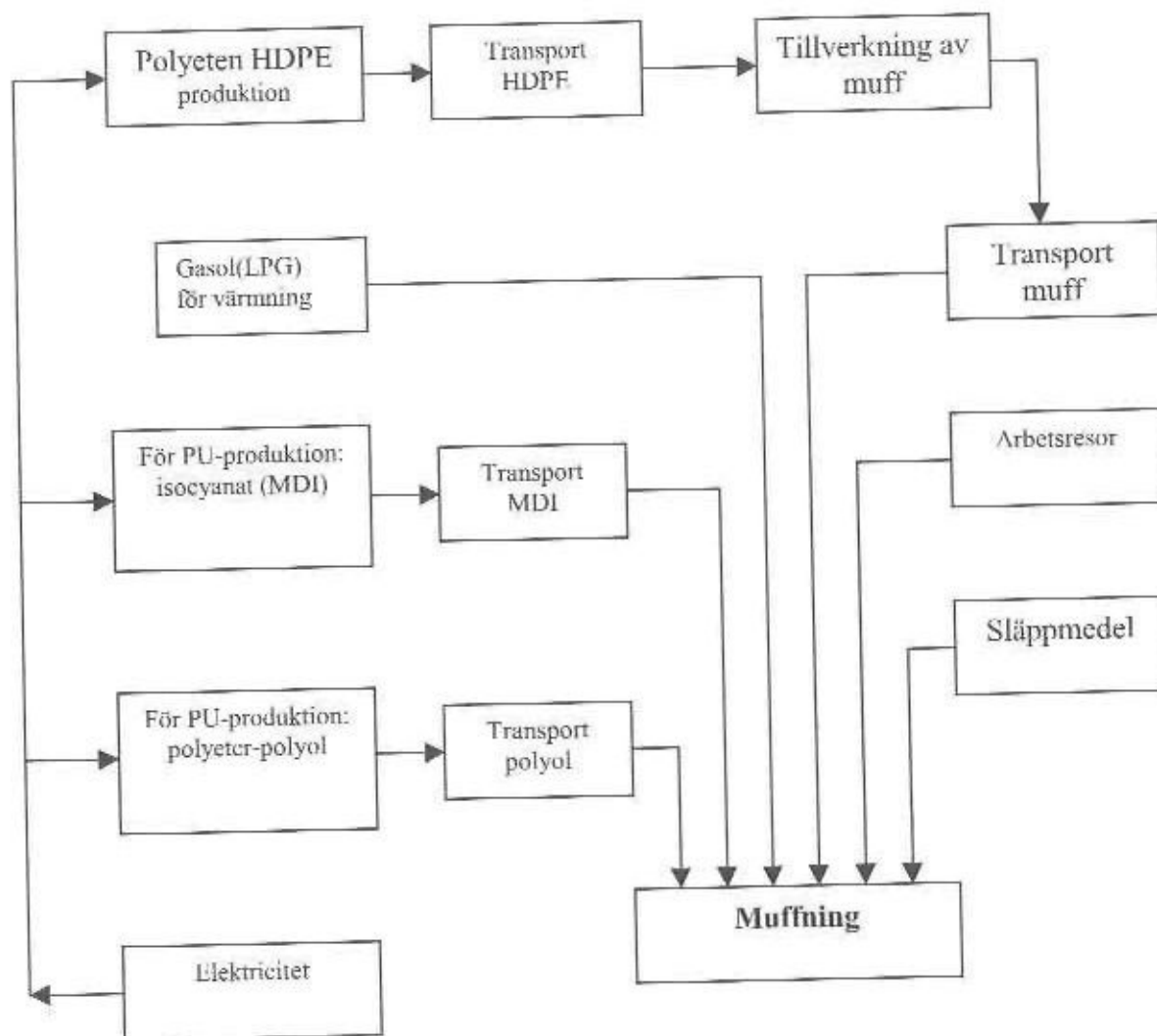
Arbetsresor har antagits ske i personbil som drar cirka 1 liter bensin per mil. Emissionsfaktorer för personbilen gäller för katalysatorbil som körs i snabb stadstrafik [22]. Miljöbelastning från bensinframställning omfattar råoljeutvinning och transport, raffinering samt distribution [23].

3.4.6 Kärnkraftsel

Miljöbelastning från kärnkraftsel omfattar bränsleproduktion, elframställning och avfallshantering och baseras på uppgifter från Vattenfall [24]. Ingen nätförlust av el har inkluderats.

3.4.7 Vattenkraftsel

Miljöbelastning från vattenkraftsel omfattar kringverksamhet för elproduktion men inte konstruktion av vattenkraftverket och baseras på uppgifter från Vattenfall [24]. Ingen nätförlust av el har inkluderats i denna studie.



Figur 7 Produkträd för muffning (nivå 2).
Figure 7 Flowchart for muffing (level 2).

3.5 Muffning

Processträdet för underaktiviteten muffning (nivå 2) framgår av *figur 7*. Inventeringen bygger på intervjuer med utförare och litteratordata.

3.5.1 Muffning

Denna aktivitet kvantifierar det arbete och material som krävs för att muffa och skumma en skarv. Det finns en sådan aktivitet för varje dimension, men de är principiellt lika i uppbyggnad. Uppgifterna bygger på uppgifter från entreprenörer [25,26] och litteratordata och avser situationen i Sverige år 2000.

Muffning och skumning utförs normalt av samma entreprenör. Hur bra det går beror av faktorer som till exempel konstruktionsplatsens läge och vädret när arbetet skall utföras. Om det går "som vanligt" hinner två man muffa och skumma 24 skarvar per arbetsdag för DN350 rör, bortåt 50 skarvar per dag för en mindre dimension och kanske 10 skarvar per dag för en stor dimension. Från dessa uppgifter har estimerats:

DN25(singel & twin)	40 skarvar per dag
DN100	30 skarvar per dag
DN500	10 skarvar per dag

Skarventreprenörer jobbar ofta inom ett rätt stort område, och har regelbundna kunder inom en radie av kanske 100 km [9]. Medelavståndet att köra till konstruktionsplatsen har tagits till 50 km. Entreprenören använder normalt antingen en skumbil tillsammans med en bil för materialtransport eller alternativt en skumbuss, som även klarar materialtransporten [25,26]. En skumbuss kräver en större investering än en skumbil och följbil. I denna studie har fallet med två bilar använts, vilket ger en transportdistans till och från konstruktionsplatsen om 200 km per arbetsdag. Transportdistansen per skarv blir då

DN25	5 km per skarv
DN100	6,7 km per skarv
DN500	20 km per skarv

Vid den skarvning som studerats här värms polyetenet ihop med hjälp av el. Vid skarvningen förvärms muffen med gasolbrännare. Man kan värma cirka 40 skarvar per flaska [26] vid DN350. En gasolflaska innehåller cirka 19 kg gasol. Gasåtgången för andra dimensioner har beräknats med polyetenrörets omkrets som bas.

DN25	0,035 kg gasol/skarv
DN100	0,15 kg gasol/skarv
DN500	0,67 kg gasol/skarv

Ungefär 1,5 dm av koppartråden kapas vid skarvning av larmsystemet. Med två larmtrådar i varje rör, en tråddiameter på 2 mm och en koppardensitet på 8930 kg/m³ [27] ger detta ett kopparspill på 0,02805 kg per skarv.

Polyetenmuffens vikt har beräknats från rördimensionen och yttorrstjockleken, en mufflängd på 0,7 meter och en polyetendensitet på 960 kg/m³. Vikten av det polyetenmaterial som åtgår för pluggar till skumhålen och till krympband är liten i förhållande till muffen, och har därför inte tagits med i denna studie. Följande muffvikter har använts:

DN25(singel)	0,70 kg/muff
DN25(twin)	1,5 kg/muff
DN100	1,5 kg/muff
DN500	11 kg/muff

Polyuretanvolymen har beräknats från rördimensionen och antagandet att skarvlängden är 45 cm (minimilängden är 2x20 cm, så stålrören måste sticka ut minst

så mycket av arbetarskyddsskäl i samband med svetsning av stålroret). Det PUR-skum som används i skarvarna är koldioxidblåst och har ett högre isocyanat:polyol-förhållande än cyklopentanblåst skum, här används förhållandet 180:100 (vikt:vikt) [10]. Den isocyanat som används är av MDI-typ (difenylnmetandiisocyanat).

Olika PUR-system (tillsatser och deras mängder varierar) används i olika lägen - sommartid vid varmt väder används "långsammare" skum än annars. Man har också olika PUR-system för stora och små dimensioner. I denna studie beaktas inte skillnaderna mellan olika PUR-system. Mängden katalysator och silikonolja (som i allmänhet är under 2%) studeras inte separat, utan vikten tas hänsyn till som PUR-skum. Skarvskummet har antagits ha en genomsnittsdensitet på 70 kg/m³. Följande volymer och mängder har därifrån beräknats:

Dimension	PUR-volym m ³	PUR-vikt kg	Polyol-vikt kg	Isocyanat-vikt kg
DN25(singel)	0,003875	0,27	0,10	0,17
DN25(twin)	0,006124	0,43	0,15	0,28
DN100	0,01323	0,93	0,33	0,60
DN500	0,08696	6,1	2,2	3,9

Skarven sprayas med släppmedel runt skumningshålen före skumning, för att underlätta borttagande av PUR-skum som expanderar på utsidan av röret. En förbrukning är grovt skattad till 10 mg kolväten per skarv.

3.5.2 Produktion av muff

Miljöbelastningen från produktionen av polyetenmuffen inkluderar emissioner, energiförbrukning och resursanvändning och är baserad på genomsnittliga data för produktion av HDPE-rör i Norden i mitten av 1990-talet [28]. Uppgifterna kommer från produktionen av avloppsrör vid Upnor A/S i Danmark, men anses vara representativa för plaströrsproduktion i Norden. Data är givna per meter rör och har räknats om för att avse per kg plaströr. Därvid har antagits att miljöbelastningen och materialanvändningen är proportionell mot vikten polyeten i röret.

3.5.3 Produktion av Polyeten

Miljöbelastningen avser genomsnittlig HDPE-produktion i Europa 1990-1993 [29]. Då inget radioaktivt avfall uppgivits, trots att användande av kärnkraftsel rapporteras har produktion av denna mängd kärnkraftsel lagts till i inventeringen.

3.5.4 Transport av muff

Muffen antas transporteras 50 km. Vanlig skjutmuff levereras på röret, och innebär ingen extra transport, medan krympmuffar normalt levereras lösa till kund [10]. Det använda transportavståndet försöker avspegla ett "allmänt" scenario. Transportens

miljöbelastning är framtagen på samma sätt som beskrivs i avsnitt 3.3. De data som använts för miljöbelastningen från dieselframställning beskrivs i avsnitt 3.2.7.

3.5.5 Produktion av polyol

Miljöbelastningen avser genomsnittlig produktion av polyceter-polyol i Europa 1995 [30]. Då inget radioaktivt avfall uppgivits, trots att användande av kärnkraftsel rapporteras har produktion av denna mängd kärnkraftsel lagts till i inventeringen.

3.5.6 Produktion av MDI

Miljöbelastningen avser genomsnittlig MDI-produktion i Europa 1995 [31]. Då inget radioaktivt avfall uppgivits, trots att användande av kärnkraftsel rapporteras har produktion av denna mängd kärnkraftsel lagts till i inventeringen.

3.5.7 Transport av polyol och MDI

Ett genomsnittligt transportavstånd från tillverkare på 1000 km har använts i denna beräkning. Transportemissionerna baseras på emissionsfaktorer avseende ton-km last från Nätverket för transport och miljö [16] och avser transport med en genomsnittlig lastbil med maxlast 40 ton och maxvikt 60 ton, som uppfyller utsläppskraven Euro2, kör landsvägskörning och har lastgraden 70%.

Emissionsdata för utvinning och förädling av den diesel som krävs omfattar råoljeutvinning och transport, raffinering samt distribution och är inkluderade på samma sätt som beskrivs i avsnitt 3.2.7.

3.5.8 Släppmedel

Släppmedlet har inte inventerats i detalj, utan inkluderats som miljöbelastningen av allmän raffinering av kolväten [32].

3.5.9 Kärnkraftsel

Data för miljöbelastning från kärnkraftsel beskrivs i avsnitt 3.4.6.

3.5.10 Arbetsresor

Arbetsresorna antas ske med skumbilen och materialtransportbilen. Miljöbelastningen är beräknad på samma sätt som i avsnitt 3.4.5.

3.5.11 Gasol

Miljöbelastningen för förbränning av gasol är hämtad från [33]. Miljöbelastning från gasolframställning omfattar utvinning, transport, raffinering samt distribution av den färdiga produkten, och är hämtad från [15].

3.6 Skarvtestning och inmätning

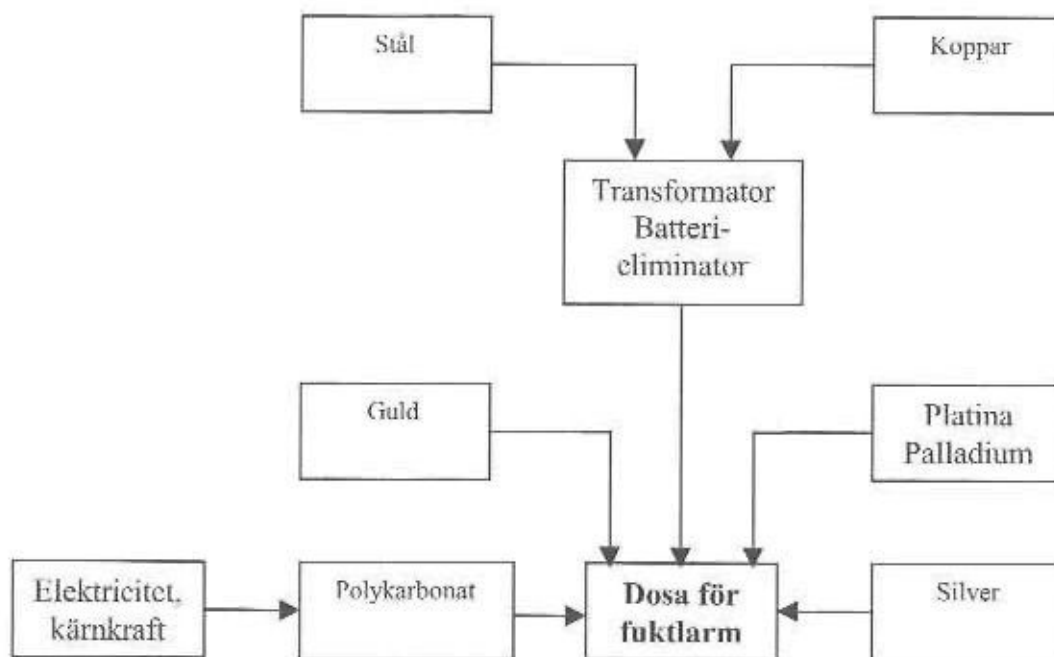
Efter svetsning av stålörsskarven röntgas skarven för att säkerställa god kvalitet. Detta genomförs av speciella certifierade företag. Vid något tillfälle innan örgraven schaktas igen sker också en inmätning av skarven för att kunna dokumentera skarvens läge. Inventeringen bygger på intervjuer med entreprenörer [34].

Ungefär 10% av svetsskarvarna röntgas. Detta betyder, då det används filmer av olika storlek, att man brukar göra en röntgen bild från varannan skarv. Man hinner ta 10-15 röntgenfilmer på en timma. Framkallningen sker i en sluten maskin och förbrukade kemikalier sänds till återvinning. Filmerna lagras före användning i blyfodral, som också sänds för återvinning. Fel brukar hittas i 2-3% av skarvarna, men fel så allvarliga att skarven måste repareras utgör mindre än en tiondel av dessa [34].

I stadsmiljö sker röntgentestning ganska ofta för att man inte ska behöva ha så mycket öppen örgrav samtidigt - kanske röntgas skarvarna när man svetsat färdigt 150 meter örgrav. I mer avlägsna områden brukar man röntga skarvarna på bortåt en kilometer örgrav åt gången. Det finns inte så väldigt många företag som genomför röntgning av örskarvar, så resor på 10 mil till kontrollplatsen är inte ovanliga [9]. För skarvkontroll antas att man hinner täcka ungefär 30 skarvar under varje tripp (eftersom ungefär 10% av svetsskarvslängden kontrolleras, motsvarar det fullständigt röntgning av hela svetslängden hos 3 skarvar). Varje sådan tripp antas vara 2x60 km lång och ske med mini-van, vilket ger cirka 4 km transport per skarv. Miljöbelastningen från produktion av film, el för röntgning samt framkallning har försumrats i denna studie.

Inmätning av skarvar kräver två personer med lätt utrustning som åker ut i en personbil. Man hinner mäta in cirka 20 skarvpositioner på en timma (med två singelrör bredvid varandra kan båda skarvarna mätas in till en position) [35]. Vi inmätning hinner man 40 skarvar (20 positioner) per tripp, som antas vara 2x8 km resa med personbil, vilket ger 0,4 km per skarv.

Totalt ger detta 4,4 km arbetsresa per skarv för röntgning och inmätning. Miljöbelastningen från denna är beräknad som i avsnitt 3.4.5.



Figur 8 Produktträd för fuktlarm (nivå 2).
Figure 8 Flow chart for the moisture alarm (level 2).

3.7 Larmsystem

Processträdet för underaktiviteten larmsystem (nivå 2) framgår av *figur 8*. Beskrivningen bygger huvudsakligen på litteratordata.

Fuktlarmet kopplas till larmtråden för att ge indikation om fuktinträngning i fjärrvärmeröret. Det finns en mängd olika larmsystem och fuktlarm på marknaden, här beskrivs grovt ett av dessa.

3.7.1 Fuktlarm

Data om fuktlarm har hämtats från Wideo [12,36], en svensk tillverkare av olika larmsystem för fjärrvärmerör. Godtyckligt har valts produkten "Larmcentral 753". Enligt [36] väger utrustningen 450 gram exklusive transformator. Höljet är av polycarbonat.

För att få en grov uppskattning av materialsammansättningen antas den vara lika fördelad som den elektroniska utrustning som beskrivs i [37], där viktsfördelningen är

Polycarbonat 52%

Epoxilim 7%

Silicongummi 4%

Nickel 1%

Silver 2%

Metallmix (Au+Pd) 1%

Allt övrigt material 33%.

I studien [37] konstaterar man att metallmixen (Au+Pd) genererar en mycket stor del av den totala miljöinverkan för den studerade produkten, mer än 60% av försurning, växthuseffekt och energianvändning kan härledas till denna metallmix trots att den bara utgör 1% av totala vikten. Endast vad gäller fotooxidantbildning kommer metallmixen som näst största bidrag (20%), och polycarbonaten som största bidrag (55%).

På grundval av detta görs i denna rapport endast en grov uppskattning av miljöbelastningen från larmdosan, där det antas att miljöbelastningen från allt ingående material utom metallmixen och silver kan beskrivas med miljöbelastningen från polycarbonatproduktion. Metallmixen antas bestå till hälften av guld och till hälften av palladium.

Detta ger för ett fuktlarm med totalvikten 450 gram en ungefärlig miljöbelastning från 2,25 g guld, 2,25 gram palladium, 9 gram silver och 364,5 gram polycarbonat.

Miljöbelastningen från framställning av dessa material har därefter följts uppströms.

3.7.2 Produktion av polycarbonat

Informationen avser tillverkning av polycarbonat 1992-96 och är ett medelvärde från tre olika fabriker i Tyskland och Nederländerna som tillverkar högdensitetspolycarbonat [38]. Då inget radioaktivt avfall uppgivits, trots att användande av kärnkraftsel rapporteras har produktion av denna mängd kärnkraftsel lagts till i inventeringen.

3.7.3 Produktion av silver

Silverproduktionen avser malmbrytning i Sverige, transport och raffinering vid Rönnskärsverken i Skeleftehamn, där Boliden Mineral utvinner silver från samma malm ur vilken man utvinner koppar [20,39]. Fördelningen av miljöbelastningen mellan silver och koppar är gjord med ekonomisk allokering.

3.7.4 Produktion av guld

Guldproduktionen avser malmbrytning i Sverige, transport och raffinering vid Rönnskärsverken i Skeleftehamn, där Boliden Mineral utvinner guld från samma

malm ur vilken man utvinner koppar [20,39]. Fördelningen av miljöbelastningen mellan guld och koppar är gjord med ekonomisk allokering.

3.7.5 Produktion av platina/paladium

Beskrivningen avser gruvbrytning, upparbetning för framställande av paladium eller platina från malm i Sydafrika, med slutlig raffinering i England. Transporter är inte inkluderade. Ekonomisk allokering har använts mellan produktionen av ädelmetall och framställning av basmetaller (framför allt koppar) från samma malm.

Uppgifterna är huvudsakligen från 1995 och insamlade för att användas i en studie av avgaskatalysatorer [40]. Den el som används i Sydafrika (till bland annat omfattande gruvpumpning) uppges huvudsakligen genereras i kolkondenskraftverk, men miljöbelastningen från denna elproduktion är inte inkluderad i [40], inte heller miljöbelastningen från framställning av naturgas. Uppgifter om kolbaserad elproduktion i Europa, inkluderande kolbrytning och 9% nätförluster [41] har därför lagts till i denna rapport. Uppgifterna har även kompletterats med data om naturgasutvinning hämtade från [42].

3.7.6 Produktion av batterieliminators

Fuktlarmet kräver även en batterieliminators / transformator [36]. För att få en grov uppfattning om miljöbelastningen vägdes en transformator avsedd för en liten gaspump och vikten fördelades som 2/3 järnkärna och 1/3 kopparlindning. Totalvikten 200 gram gav då resultatet 134 gram stål och 66 gram koppar.

3.7.7 Produktion koppar

Kopparproduktionen avser malmbrytning i Sverige, transport och raffinering vid Rönnskärnsverken i Skelleftehamn, där Boliden Mineral utvinner koppar [43]. Ekonomisk allokering har använts inom Boliden Mineral.

3.7.8 Produktion stål

Produktionsdata för stål beskrivs i avsnitt 3.4.3.

3.8 Makadam

3.8.1 Stenkross

Data för makadamproduktion kommer från SABEMAs stenkross i Källered utanför Göteborg. Uppgifterna avser 1998 [44].

El: 18,25 MJ/ton makadam
Diesel: 0,49 l/ton makadam
Eldningsolja: 0,0282 l/ton makadam

Dessa uppgifter har jämförts och överensstämmer i stort med mer allmänna data från tidigt 90-tal som ges i [45].

Resursförbrukningen av det berg som krossas redovisas i inventeringsdata i form av vikt men har inte tilldelats någon ytterligare miljöbelastning.

3.8.2 Diesel

Miljöbelastning från produktion och framställning av diesel är beskriven i avsnitt 2.3.7. Miljöbelastningen från användning av diesel i arbetsmaskin beskrivs i avsnitt 3.2.6.

3.8.3 Elektricitet, svensk medel

Informationen beskriver "svensk medel" enligt produktionsfördelningen i Sverige 1995, och inkluderar 5% nätförlust (en siffra [24] anger för industrikonsumenter). Den fördelning som använts är [46]:

- Vattenkraft: 46.8 %
- Kärnkraft: 46.55 %
- Oljekondens: 2.70 %
- Kraftvärme, biobränsle: 1.70 %
- Kolkondens: 1.55 %
- Kraftvärme, naturgas: 0.50 %
- Gas-turbiner: 0.10 %
- Vindkraft: 0.10 %

Miljöbelastningsdata för denna produktionsmix har sedan beräknats baserad på [24] förutom kolkondens, för vilken de miljöbelastningsdata som beskrivs i avsnitt 3.7.5 har använts. Data inkluderar bränsleproduktion, elproduktion och avfallshantering, men inte konstruktion och rivning av produktionsanläggningar. Omräkningar från referensernas data till den resulterade informationsmängden har genomförts av Chalmers Industriteknik [5] och beskrivs i [14].

3.8.4 Eldningsolja

Beskrivningen av miljöbelastning från förbränning av eldningsolja avser förbränning i anläggningar av storleken 10-100 kW. Uppgifterna är hämtade från [41].

Beskrivningen av produktion av eldningsolja täcker utvinning, raffinering och transport och informationen baseras på [15]

3.9 Grus

3.9.1 Grusframställning

Miljöbelastningen för uttag av grus i grustag är hämtad från [47]. Elförbrukningen bygger på uppmätta data i ett grustag, medan diesellojeförbrukningen är beräknad. Angivna värden är:

El:	2,398 MJ/ton grus
Diesel	0,886 MJ/ton grus

Tillgången på naturgrus är begränsad. Resursförbrukningen av det grus som tas ut redovisas i inventeringsdata i form av vikt men har inte tilldelats någon ytterligare miljöbelastning.

3.9.2 Diesel

Miljöbelastning från produktion och framställning av diesel är beskriven i avsnitt 2.3.7. Miljöbelastningen från användning av diesel i arbetsmaskin beskrivs i avsnitt 3.2.6.

3.9.3 Elektricitet

"Svensk medel" enligt avsnitt 3.8.3 har använts.

3.10 Makadamtransport

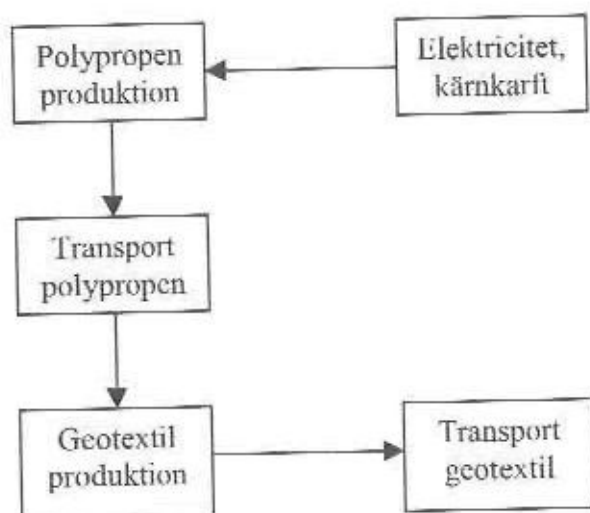
Makadam har antagits transporteras 15 km. Transport antas ske med en genomsnittlig lastbil med maxlast 14 ton och maxvikt 24 ton, som uppfyller utsläppskraven Euro2 och har lastgraden 50% och landsvägskörning. Emissionsfaktorer och uppströmsdata för dieselproduktion beskrivs i avsnitt 1.3.

Det makadam som behöver transporteras omräknas till massa från schaktvolymerna i tabell 1 med densitetsvärdet 1500 kg/m^3 [48].

3.11 Grustransport

Sand har antagits transporteras 15 km. Transport antas ske med en genomsnittlig lastbil med maxlast 14 ton och maxvikt 24 ton, som uppfyller utsläppskraven Euro2, kör landsvägskörning och har lastgraden 50%. Emissionsfaktorer och uppströmsdata för dieselproduktion beskrivs i avsnitt 1.3.

Det grus som behöver transporteras omräknas till massa från schaktvolymerna i tabell 1 med densitetsvärdet 1700 kg/m^3 . [49]



Figur 9
Figure 9

Produktträd för geo-textil (nivå 2).
Flowchart for the geo-textile (level 2).

3.12 Geotextil

Processströdet för underaktiviteten Geotextil (nivå 2) framgår av figur 9. Beskrivningen bygger huvudsakligen på litteratordata.

Geotextilen används både som lager separerande material i rörbädden och för att svepa in dräneringsröret i.

3.12.1 Geotextilproduktion

Den geo-textil som används är cirka 3 mm tjock och består huvudsakligen av polypropen. [50] Ytvikten är $0,125 \text{ kg/m}^2$ [51]. En återförsäljare är TerraTec i Karlstad, produktion sker bland annat hos DuPont i Luxemburg [51]. Denna beskrivning omfattar miljöbelastning från produktion av det ingående polypropen-materialet. Inga uppgifter från produktionsanläggningen har erhållits.

3.12.2 Produktion av polypropen

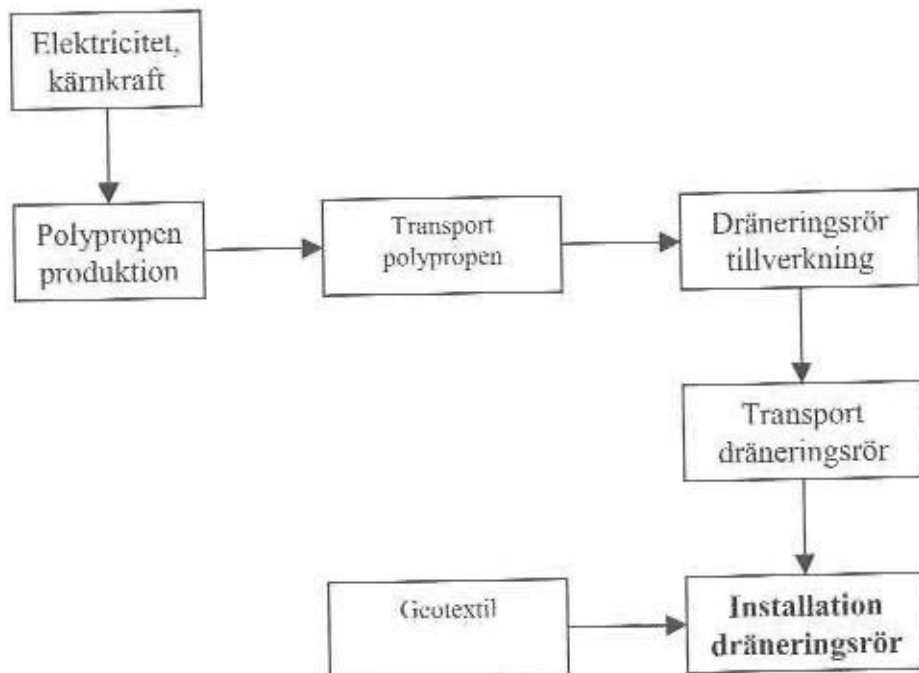
Miljöbelastningen avser genomsnittlig produktion av polypropen i Europa 1990-1993 [52]. Då inget radioaktivt avfall uppgivits, trots att användande av kärnkraftsel rapporteras har produktion av denna mängd kärnkraftsel lagts till i inventeringen.

3.12.3 Transport polypropen

Ett genomsnittligt transportavstånd från tillverkare på 400 km har använts i denna beräkning. Transport antas ske med en lastbil med maxlast 40 ton och maxvikt 60 ton, som uppfyller utsläppskraven Euro2, kör landsvägskörning och har lastgraden 70%. Emissionsfaktorer är hämtade från [16]. Emissionsdata för utvinning och förädling av den diesel som krävs är inkluderade på samma sätt som i avsnitt 3.2.7.

3.12.4 Transport Geotextil

Ett genomsnittligt transportavstånd från återförsäljare på 400 km har använts i denna beräkning. Transport antas ske med en lätt lastbil med maxlast 8,5 ton och maxvikt 14 ton, som uppfyller utsläppskraven Euro2, kör stadskörning och har lastgraden 50%. Emissionsfaktorer är hämtade från [16]. Emissionsdata för utvinning och förädling av den diesel som krävs är inkluderade på samma sätt som i avsnitt 3.2.7.



Figur 10 Produktråd för dräneringsrör (nivå 2).
Figure 10 Flow chart for drain pipe (level 2).

3.13 Dräneringsrör

Processträdet för underaktiviteten Dräneringsrör (nivå 2) framgår av *figur 9*. Beskrivningen bygger huvudsakligen på litteraturredan.

Ungefär hälften av alla fjärrvärmeschakt i Sverige dräneras enligt uppgift från [9], därför antas halva rörgravsstäcken vara dränerad i denna rapport. Dräneringsröret sveps i geotextil, åtgången är beräknad som rörets mantelyta.

3.13.1 Produktion av dräneringsrör

Enligt fjärrvärmeföreningens lägningsanvisningar [8] skall dräneringsröret ha dimensionen DN100. Det här studerade dräneringsröret marknadsförs av Ahlsells och är ett korrugerat rör med ytterdiameter 110 mm och innerdiameter 95 mm. Röret är gjort av polypropen och väger 0,58 kg/m [53].

Emissionsdata för rörproduktionen är baserade på data från Mabo A/S, Danmark [54] som anses vara representativ för motsvarande plaströrsproduktion var som helst i Norden. Produktionsdata för ett rör med ytterdiametern 110 mm har använts.

3.13.2 Produktion av polypropen

Data beskrivs i avsnitt 3.12.2.

3.13.3 Produktion av geotextil för svepning av dräneringsrör

Data beskrivs i avsnitt 3.12.

3.13.4 Transport av polypropen

Transportavståndet är antaget till 500 km. Transportmetod och miljöbelastning är beskriven i avsnitt 3.12.3.

3.13.5 Transport av dräneringsrör

Transportavståndet är antaget till 100 km. Transportmetod och miljöbelastning är beskriven i avsnitt 1.12.4.

3.14 Asfaltering

Asfaltering ingår i återställningen vid rörläggning i scenariot stadsmiljö, men ingår inte i scenariot grönområde.

3.14.1 Asfaltering

Asfalt producerad i varmasaltsverk används. Asfaltlagret på en gångbana är vanligen 2-3 cm tjockt, medan en vägbana ofta har ett 5-15 cm tjockt asfaltlager [6,9]. Här används 5 cm asfaltstjocklek. Med en densitet av 2500 kg/m^3 ger det en asfaltsåtgång av 75 kg/m^2 . Före asfaltering bör ytan limmas med bitumen, och ytan skall vältas för att göras plan. Uppgifterna är hämtade från [45] och beskriver situationen i Sverige ungefär 1990.

3.14.2 Limning

Limning/klistring med bitumen av den yta som ska asfalteras sker för att förbättra vidhäftningsförmågan mellan mark och asfalt. Den kan ske på flera olika sätt. Här har valts den enklaste formen och det tunnaste bitumenlagret som anges i [55] vilket ger siffrorna

Bitumen åtgång:	$0,1 \text{ kg/m}^2$
Diesel användning:	$0,00369 \text{ MJ/m}^2$

3.14.3 Vältning

Diselåtgången för vältning är hämtad från [57]. Det finns flera olika vältalternativ beskrivna och här har den smalaste välten valts, Dynapac CC122, då rörgravar oftast inte är så breda. Dieselanvändningen är 0,3882 MJ/m².

3.14.4 Asfaltproduktion

Behovet av bitumen, makadam, el och eldningsolja för att producera ett ton asfalt i varmasfaltsverk i Sverige runt 1990 är hämtad från [57].

3.14.5 Bitumenproduktion

Beskrivningen av Bitumenproduktion omfattar stegen från utvinning av råolja i Venezuela, raffinering, transport samt depålagring i Sverige runt 1990 och är hämtad från [58].

3.14.6 Makadamproduktion

Beskrivningen av produktion av makadam är densamma som i avsnitt 3.8.

3.14.7 Lätt eldningsolja

Beskrivningen av produktion och förbränning av lätt eldningsolja är densamma som i avsnitt 3.8.4.

3.14.8 Svensk medelel

Beskrivningen av framställning av "svensk medelel" är densamma som i avsnitt 3.8.4.

3.14.9 Dieselproduktion

Beskrivningen av produktion av diesel är densamma som i avsnitt 3.2.7.

3.14.10 Dieselförbränning

Beskrivningen av förbränning av diesel i arbetsmaskin är densamma som i avsnitt 3.2.6.

3.15 Markeringsband

Vid återfyllnad av rörgraven läggs lilafärgade markeringsband ut för att varna för de underliggande rören vid framtida schaktningar. Detta är en säkerhetsåtgärd för att skydda fjärrvärmerören mot onödiga skador. Banden är drygt en decimeter breda och ett band läggs över varje rör.

3.15.1 Produktion av markeringsband

Markeringsband för olika syften säljs t ex av [53]. En rulle med 250 meter band som är 0,1 mm tjockt och 125 mm brett väger 2,9 kg. Bandet är tillverkat av polyeten.

Detta ger en materialåtgång av polyeten av 11,6 gram/meter. Miljöbelastningen från denna materialåtgång är den enda som följts uppströms, inga ytterligare parametrar har studerats vad gäller markeringsbanden,

3.15.2 Produktion av polyeten

Beskrivningen av produktion av polyeten är densamma som i avsnitt 3.5.3.

3.16 Dieselanvändning, grävmaskin

3.16.1 Dieselproduktion

Beskrivningen av produktion av diesel är densamma som i avsnitt 3.2.7.

3.16.2 Dieselanvändning, arbetsmaskin

Miljöbelastningen från dieselanvändning i grävmaskin beskrivs i avsnitt 3.2.6.

3.17 Arbetsresor

Miljöbelastningen för arbetsresor med bilsinbil är beskriven i avsnitt 3.4.5.

3.18 Transport av uppbruten asfalt

Asfalt ska inte läggas tillsammans med schaktad jord och sten, utan transporteras till speciell deponiplats. Sträckan har antagits till 15 km.

Transport antas ske med medeltung lastbil med maxlast 14 ton och maxvikt 40 ton, som uppfyller utsläppskraven Euro2, kör stadskörning och har lastgraden 50%.

Emissionsfaktorer är hämtade från [16]. Emissionsdata för utvinning och förädling av den diesel som krävs är inkluderade på samma sätt som i avsnitt 3.2.7

3.19 Transport av schaktmassor

Schaktad jord och sten körs till deponi. Sträckan har antagits till 10 km.

Transport antas ske med medeltung lastbil med maxlast 14 ton och maxvikt 40 ton, som uppfyller utsläppskraven Euro2, kör stadskörning och har lastgraden 50%. Emissionsfaktorer är hämtade från [16]. Emissionsdata för utvinning och förädling av den diesel som krävs är inkluderade på samma sätt som i avsnitt 3.2.7

4 Resultat och kommentarer

De fullständiga inventeringsmatriserna för de olika lägningsfallen finns i *bilaga 1-8*.

Det är viktigt att komma ihåg att informationen i *bilaga 1-8* gäller för läggning med de förutsättningar som beskrivits i avsnitten 2 och 3, och inte för varje tänkbart fall av läggning av fjärrvärmerör. Ett exempel på en ingångsparameter som kan variera mycket kraftigt är transporten av fjärrvärmerören till lägningsplatsen. Informationen i *bilaga 1-8* kan till exempel användas som utgångsmaterial för miljövarudeklaration. Det är dock nödvändigt att kontrollera att förutsättningarna är korrekta för det fall man tänkt sig och vid behov anpassa de delar av materialet som inte är i överensstämmelse till den aktuella situationen.

De data som redovisas i en livscykelinventering är summerade både i tid och rum, vilket gör att viss försiktighet måste iakttas vid användning och tolkning av resultaten, så att man inte tilldelar dem annan betydelse än de har.

Resultatet från inventeringen i *bilaga 1-8* är relativt komplext. Man kan göra en förenklad studie genom att titta på några välkända luftföroreningsparametrar, som utsläppt mängd koldioxid, svaveldioxid och kväveoxider. Ett sådant begränsat urval av inventeringsparametrar finns i *tabell 3*. En ytterligare förenklad översikt kan man få genom att titta på de sex cirkeldiagrammen i *figur 11-16* som visar fördelningen mellan olika delaktiviteter för några utvalda fall.

I *figur 11-14* redovisas utsläppen av fossil koldioxid fördelat mellan delaktiviteterna för de fyra olika rördimensionerna i lägningsfallet grönområde. Om man tittar på vilka aktiviteter under läggningen som ger upphov till dessa luftföroreningar så utgör grävandet med grävmaskin för att öppna och lägga igen rörgraven en betydande del av miljöbelastningen. Transporter av schaktmassor ger också upphov till betydande utsläpp till luft. Notera att dessa fyra figurer endast visar koldioxidutsläppen.

Schaktandets betydelse i absoluta tal är ännu större i scenariot gatumiljö, i och med uppbyggnaden av asfalt. Relativt sett verkar betydelsen vara mindre, men det beror på att transporter ökat i omfattning och att asfalteringsaktiviteten tillkommit.

Att grävandet innebär större emissioner än sådana aktiviteter som t.ex. svetsning och muffning (inkluderande produktion av polyuretanisoleringen) innebär att man gör en stor miljövinst genom att skarva bra. Det är oftast i skarvarna som de problem uppstår som gör att man måste gräva upp och åtgärda. Men att gräva är inte bara dyrt, det ger också en stor miljöbelastning i jämförelse med andra aktiviteter vid byggandet av distributionssystem för fjärrvärme. Svetsning och muffning utgör, som framgår av *tabell 3*, en förhållandevis liten andel av de totala utsläppen för samtliga parametrar i alla de studerade fallen.

Att minska miljöpåverkan från schaktandet är också en stor utmaning. Stora emissioner av koldioxid, svaveldioxid och kväveoxider kommer från grävmaskinens dieselförbrukningen, se *tabell 3*. Observera att dessa emissioner inte enbart hänförs till grävmaskinens avgaser, utan inkluderar även emissioner från dieselframställningen. Schaktningsarbetet bör man alltså fundera närmare över. Detta är dessutom i linje med det ökade intresse för lokala luftkvalitetsproblem som

arbetsmaskiner nu tilldrar sig. Fjärrvärmebranschen bör gå i spetsen för att driva utvecklingen mot renare arbetsmaskiner.

Redan idag kan man i upphandling försöka uppmuntra bränslesnålt körsätt och vid projektering av rörsystem göra sitt bästa för att minimera mängden schaktning. På lite längre sikt ska man naturligtvis använda ett så lite miljöbelastande bränsle som det är möjligt ur teknisk synpunkt.

Samförläggning med andra intressenter är totalt sett mycket fördelaktigt för miljön, om det innebär att man undviker schaktning.

I *figur 15* ser man att asfaltering i scenariot gatumiljö utgör ett stort bidrag till de totala utsläppen av kemiskt syreförbrukande ämnen till vatten. Figuren illustrerar också det faktum att man inte kan dra entydiga slutsatser om vilka delaktiviteter som är mest miljöbelastande genom att enbart titta på en enskild parameter. Det är naturligtvis svårt att undvika emissioner från asfaltering i områden där ytan ska vara asfalterad. Möjligen kan man vidare studera möjligheten att använda återvunnen asfalt och att sända uppbruten asfalt till återvinning. I dessa scenarion förutsätts nyproducerad asfalt.

I *figur 16* ser man fördelningen av emissioner av svaveldioxid till luft. Här ser man att larmdosorna för fuktlarmet ger en synlig andel av totalemissionerna trots att det är en mycket liten detalj i den totala konstruktionen. Dränineringsröret ger också ett urskiljbart bidrag. Halva rörgravssträckan är dränerad i dessa scenarion.

En studie av anslutning av villor till ett befintligt fjärrvärmesystem [59] visade att arbetsresorna var av stor betydelse för den totala miljöbelastningen i detta fall. De här studerade scenarierna tyder dock på att när det gäller läggningen av huvudrör så har miljöbelastningen från arbetsresor en mycket underordnad betydelse.

De största avfallsmängderna kommer inte oväntat från själva schaktningen. Ett problem är en tendens till ökning av andelen schaktmassor som är förorenade på sådant sätt att de måste läggas på speciella deponier - mer och mer oljehaltigt grus eller gammal asfalt påträffas i stadsmiljö vid schaktöppningen. Vid schaktning i gatumiljö kommer också en del massor utgöras av uppbruten asfalt.

Transport av schaktmassor och återfyllnadsmassor åstadkommer en inte obetydlig andel av luftemissionerna. De exakta andelarna varierar dock mellan de olika fallen. Allt återbruk av schaktade massor minskar mängden massor till deponi, och om materialet kan återbrukas på platsen minskar dessutom miljöbelastningen både från transport av schaktmassor och produktion och transport av återfyllnadsmassor.

Hur massor transporteras är idag ofta upp till gräventreprenören att lösa. Uppgrävda massor körs dit det för tillfället är billigast att bli av med dem, och material enligt teknisk kravspecifikation upphandlas efter tillgång och pris. Det är lämpligt att fjärrvärmebolagen successivt tar ett starkare grepp om dessa frågor, och arbetar för att röra sig i riktning mot en

Tabell 3

Några inventeringsparametrar för de olika lägningsfallen. Här visas inventeringsresultatet för utsläpp av fossil koldioxid, kväveoxider och svaveldioxid till luft samt utsläpp av syreförbrukande ämnen (mätt som Chemical Oxygen Demand, COD) till vatten för de åtta olika scenarierna. Totalresultatet är även nedbrutet för underaktiviteterna på nivå 1. Det fullständiga inventeringsresultatet omfattar c:a 250 parametrar per scenario och finns redovisat i *bilaga 1-8*.

Tabel 3

Some inventory parameters for the different cases of pipe network construction. Here the inventory results regarding emissions of fossil carbon dioxide, nitrogen oxides and sulphur dioxide to air and emissions of compounds contributing to oxygen demand to water (measured as Chemical Oxygen Demand, COD) is shown for the eight scenarios. The total results as well as the sub results for each activity at level 1 are shown. The full inventory result comprises of about 250 parameters and is available in *appendix 1-8*.

Inventeringsparameter	Enhet	TOTAL	Asfaltering	Diesel gräv- maskin	Dränrör	Larm- dosa	Geo- textil	Grus- produktion	Skarv- testning	Macadam produktion	Markerings- band	Muffning	Tersp uppgrävd asfalt	Tersp rör	Tersp uppgrävd jord	Tersp Macadam	Tersp Sand	Tersp Avfall	Svetsning	Arbets- resor	
<u>Läggning av Twinrör DN25 (grönområde)</u>																					
Till luft	CO ₂	kg	880	-	430	79	2,4	8,1	62	23	5,1	1,1	33	-	60	97	26	85	5,2	4,0	8,8
	NO _x	kg	12	-	8,1	0,49	0,0066	0,074	0,053	0,026	0,036	0,012	0,2	-	0,57	0,92	0,25	0,6	0,05	0,069	0,011
	SO ₂	kg	1,5	-	0,59	0,48	0,071	0,075	0,068	0,062	0,0051	0,007	0,12	-	0,065	0,11	0,028	0,092	0,0356	0,0037	0,0031
Till vatten	COD	kg	0,05	-	0,02	0,013	0,000012	0,0027	0,00013	-	0,00012	0,00023	0,0037	-	0,0027	0,0043	0,0011	0,0037	0,00023	0,00095	-
<u>Läggning av Singelrör DN25 (grönområde)</u>																					
Till luft	CO ₂	kg	1200	-	520	79	4,9	12	8,7	56	7,9	2,2	110	-	130	130	40	110	5,2	7,6	11
	NO _x	kg	15	-	9,7	0,49	0,013	0,11	0,075	0,068	0,058	0,023	0,47	-	1,2	1,2	0,38	1,0	0,05	0,013	0,013
	SO ₂	kg	2,0	-	0,46	0,48	0,14	0,11	0,036	0,02	0,0079	0,014	0,29	-	0,14	0,14	0,043	0,12	0,0056	0,007	0,0037
Till vatten	COD	kg	0,066	-	0,024	0,013	0,000037	0,0042	0,00016	-	0,00018	0,00046	0,0068	-	0,0055	0,0057	0,0018	0,0047	0,00023	0,00016	-
<u>Läggning av Singelrör DN100 (grönområde)</u>																					
Till luft	CO ₂	kg	2100	-	640	79	4,9	16	16	45	12	2,2	250	-	500	230	59	190	5,2	26	13
	NO _x	kg	24	-	12	0,49	0,013	0,16	0,13	0,054	0,093	0,023	1,3	-	4,7	2,2	0,56	1,6	0,05	0,045	0,018
	SO ₂	kg	3,3	-	0,59	0,48	0,014	0,17	0,015	0,016	0,012	0,014	0,83	-	0,54	0,25	0,064	0,21	0,0056	0,024	0,0045
Till vatten	COD	kg	0,11	-	0,03	0,013	0,000037	0,0061	0,0003	-	0,00027	0,00046	0,02	-	0,022	0,01	0,0026	0,0085	0,00023	0,00055	-
<u>Läggning av Singelrör DN500 (grönområde)</u>																					
Till luft	CO ₂	kg	7000	-	900	79	4,9	55	8,8	18	100	2,2	380	-	3900	820	520	110	5,2	46	18
	NO _x	kg	72	-	17	0,49	0,013	0,32	0,075	0,022	0,72	0,023	2,1	-	37	7,6	4,9	1,0	0,05	0,03	0,022
	SO ₂	kg	9,1	-	0,81	0,48	0,14	0,32	0,0096	0,0063	0,1	0,014	1,3	-	4,2	0,88	0,58	0,12	0,0056	0,042	0,0054
Till vatten	COD	kg	0,34	-	0,042	0,013	0,000037	0,012	0,00017	-	0,00023	0,00046	0,033	-	0,17	0,036	0,023	0,0048	0,00023	0,00097	-

Tabell 3
Table 3

Fortsättning.
Continued.

Inventeringsparameter		Enhet	TOTAL	Abslutning	Diesel gräv- maskin	Drämrör	Larm- dosa	Geo- textil	Gruv- produktion	Skav- testning	Macadam produktion	Markerings- band	Mufning	Trsp uppgjörd astalt	Trsp rör	Trsp uppgjörd jord	Trsp Macadam	Trsp Sand	Trsp Avfall	Svetsning	Arbets- resor
Läsning av Slingor DN25 (naturlig)																					
Till luft	CO ₂	kg	2000	240	1100	79	2,4	8,1	8,9	23	25	1,1	33	16	60	190	130	85	5,2	4,0	22
	NO _x	kg	27	0,63	20	0,49	0,0366	0,374	0,069	0,028	0,18	0,012	0,2	0,18	0,57	1,8	1,2	0,9	0,05	0,0059	0,026
	SO ₂	kg	2,7	0,43	0,97	0,48	0,071	0,075	0,0068	0,0082	0,023	0,007	0,12	0,018	0,085	0,2	0,14	0,082	0,0058	0,0037	0,0077
Till vatten	COD	kg	0,24	0,15	0,05	0,013	0,000019	0,0027	0,00013	-	0,00053	0,00023	0,0037	0,00072	0,0027	0,0083	0,0057	0,0037	0,00023	0,00035	-
Läsning av Slingor DN25 (naturlig)																					
Till luft	CO ₂	kg	2600	290	1300	79	4,9	12	8,7	55	34	2,2	110	21	130	250	170	110	5,2	7,6	27
	NO _x	kg	34	0,81	25	0,49	0,013	0,11	0,075	0,034	0,24	0,023	0,47	0,2	1,2	2,3	1,7	1,0	0,05	0,013	0,033
	SO ₂	kg	3,6	0,53	1,2	0,48	0,14	0,11	0,0085	0,02	0,034	0,014	0,29	0,023	0,34	0,27	0,19	0,12	0,0086	0,007	0,0395
Till vatten	COD	kg	0,3	0,18	0,06	0,013	0,000037	0,0042	0,00016	-	0,00078	0,00046	0,0036	0,00092	0,0055	0,011	0,0077	0,0047	0,00023	0,00018	-
Läsning av Slingor DN100 (naturlig)																					
Till luft	CO ₂	kg	3600	450	1500	79	4,9	18	16	85	49	2,2	250	28	500	420	250	190	5,2	26	32
	NO _x	kg	45	1,2	28	0,49	0,013	0,18	0,13	0,054	0,34	0,023	1,3	0,27	4,7	3,8	2,3	1,8	0,05	0,045	0,036
	SO ₂	kg	5,4	0,81	1,3	0,48	0,14	0,17	0,015	0,016	0,046	0,014	0,83	0,03	0,54	0,43	0,26	0,21	0,0086	0,024	0,011
Till vatten	COD	kg	0,44	0,27	0,08	0,013	0,000037	0,0061	0,00033	-	0,0011	0,00048	0,02	0,0012	0,022	0,017	0,011	0,0085	0,00023	0,00035	-
Läsning av Slingor DN500 (naturlig)																					
Till luft	CO ₂	kg	10000	1200	2200	79	4,9	35	49	18	81	2,2	380	51	3300	1100	460	610	5,2	46	42
	NO _x	kg	110	34	42	0,49	0,013	0,32	0,42	0,022	0,65	0,023	2,1	0,48	37	11	4,4	5,8	0,05	0,09	0,051
	SO ₂	kg	13	2,2	2,0	0,48	0,14	0,32	0,048	0,0083	0,091	0,014	1,3	0,055	4,2	1,2	0,6	0,86	0,0056	0,042	0,015
Till vatten	COD	kg	1,2	0,74	0,1	0,013	0,000037	0,012	0,00023	-	0,0021	0,00048	0,033	0,0023	0,17	0,05	0,02	0,027	0,00023	0,00097	-

hantering av schaktmassor och fyllnadsmaterial som passar in i ett uthålligt samhälle. Möjligheter att återbruka schaktmassor och asfalt samt att minimera transporter är av vikt att studera vidare.

I studien redovisas "sand" som resursförbrukningsparameter. Vissa fjärrvärmebolag använder naturgrus/sand som kringfyllnad runt rören, medan andra använder fint krossmaterial. Om man använder naturgrus kommer man i konflikt med minskande tillgång av naturgrus och andra intressen i samhället, som till exempel vattenresurser från grusåsar. Att minska sådan naturresursförbrukning är positivt, men svårt att omedelbart kvantifiera nyttan med jämfört med till exempel en reduktion i utsläpp av luftföroreningar.

Om man bortser från uppbrutna massor, och i *tabell 3* tittar på alstring av avfall från processerna för produktion av de olika produkter som behövs för bygga fjärrvärmesystemet är den största avfallsalstraren i fjärrvärmesystemet larndosorna för fuktlarmen! Det beror på den stora mängd gruvavfall som erhålls vid brytningen av de metaller vilka ingår i liten mängd i elektroniken i larndosorna. Därför bör fjärrvärmebranschen även driva frågor om elektronikåtervinning. Att använda larmsystem måste dock ses som positivt, då det kan minska grävarbetet vid reparationer genom att man har en bättre uppfattning om var man ska gräva. Förhoppningsvis kan man även åtgärda problemen tidigare, innan man fått stora skador som kräver omfattande schaktning.

Slutsatser

Inventeringsresultaten i *bilaga 1-8* kan användas som underlag vid arbete med miljövarudeklaration av fjärrvärme.

Denna studie tyder på att den viktigaste insatsen för att minska miljöpåverkan från **läggning** av fjärrvärmerör är att minimera grävarbetet.

Detta måste dock ske utan att försämra förhållandena för entreprenörerna – sämre arbetsförhållanden ger sämre utfört arbete och därmed större risk för skador, som kräver att rörgraven schaktas upp igen.

Att utnyttja twin-rör överallt där det är möjligt är en åtgärd som minskar schaktvolymerna – och därmed både grävande och transporter.

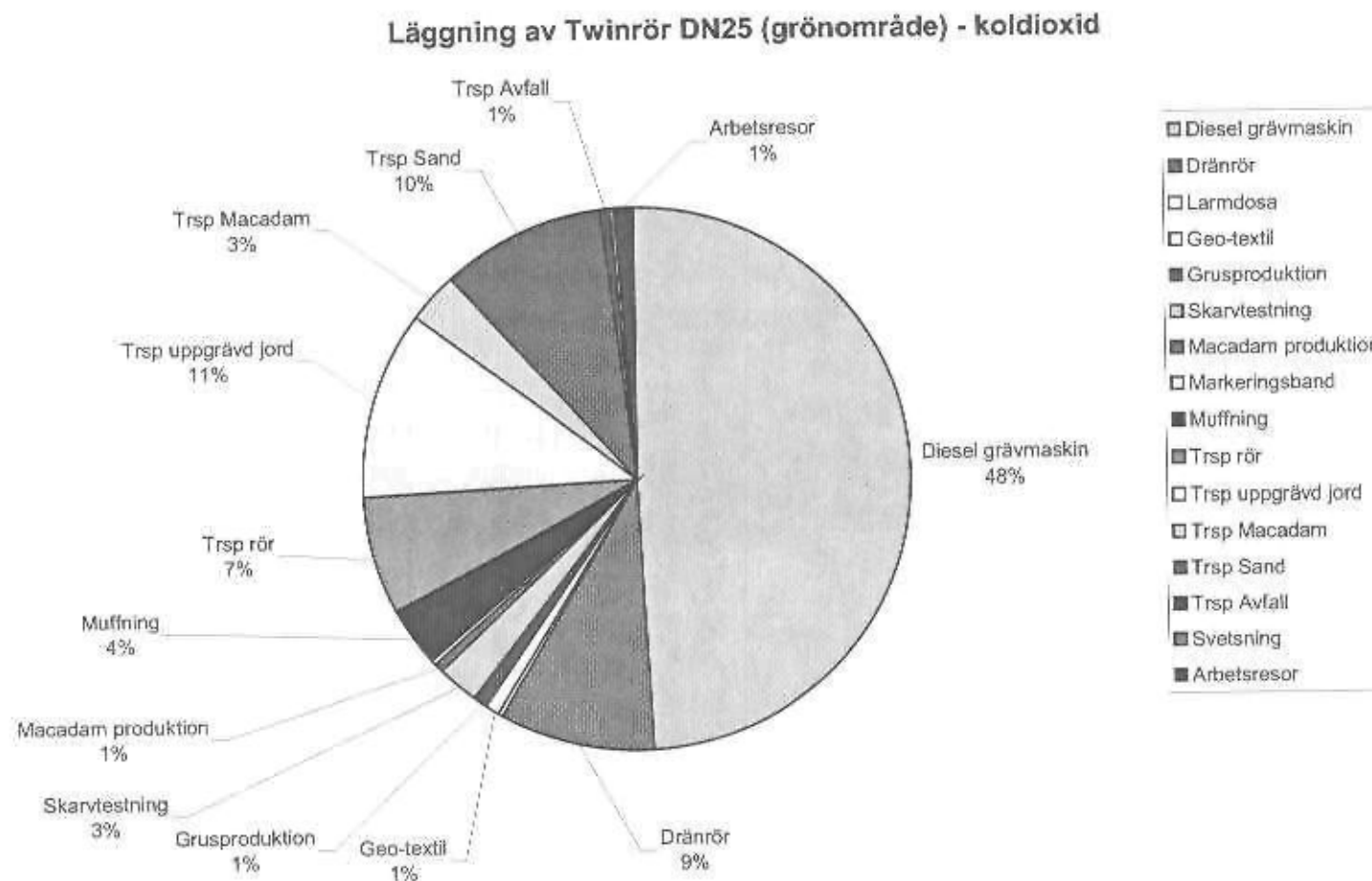
Att alltid försöka samförlägga med andra intressenter minskar inte schaktvolymerna för fjärrvärmerören, men minskar det totala behovet av schaktning i samhället.

Figur 11

Fördelning mellan olika delaktiviteter av utsläpp av fossil koldioxid för scenariotläggning av DN25 twin-rör i grönområde. Aktiviteter som bidrar till mer än 1% av summautsläppet är utskrivna i text. Underlagsdata finns i *tabell 3*.

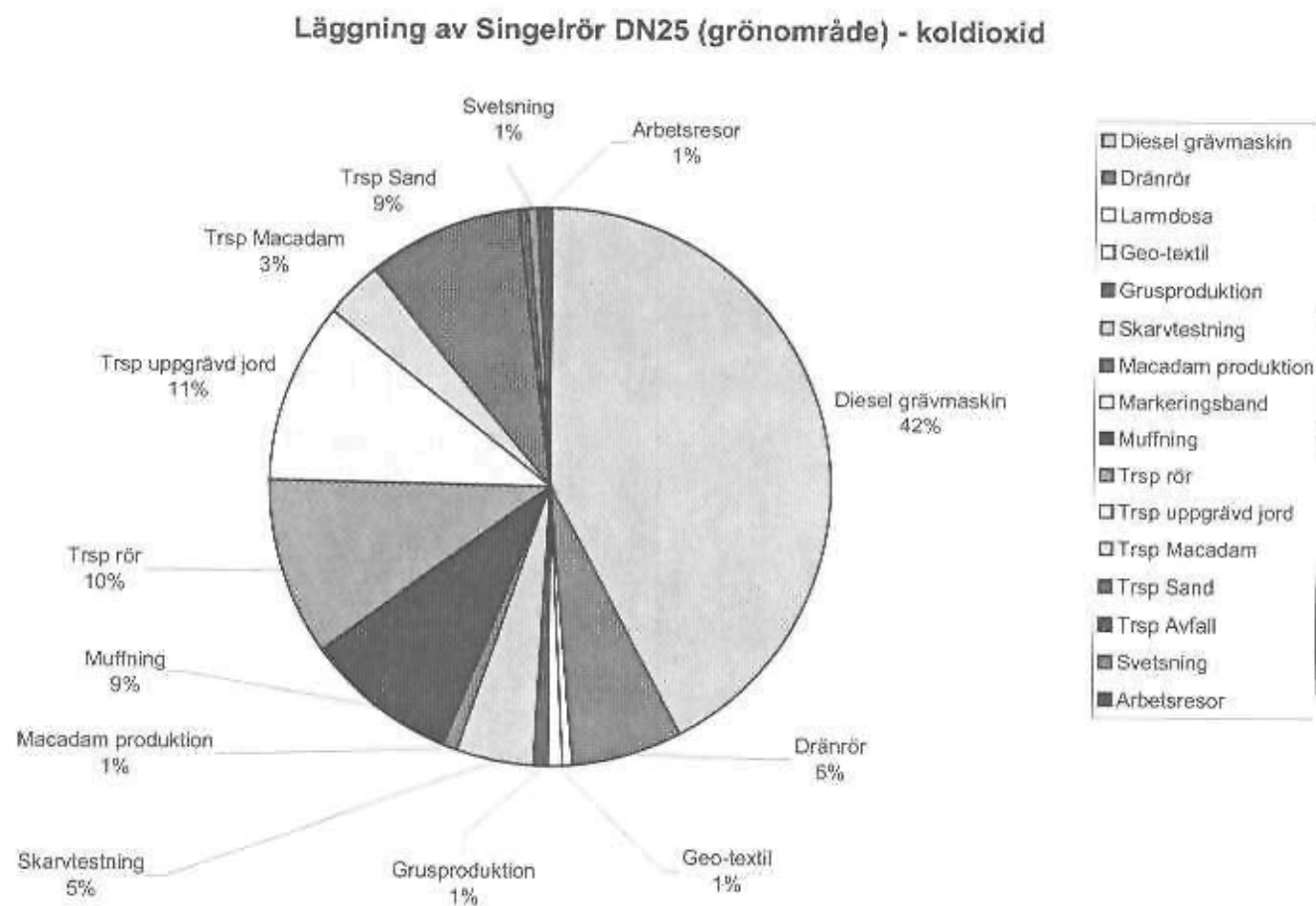
Figure 11

Emissions of fossil carbon dioxide split up into the sub activities for the scenario DN25 twin pipe, green area. Activities contributing with more than 1% of the total are noted in writing. The underlying data is presented in *table 3*.



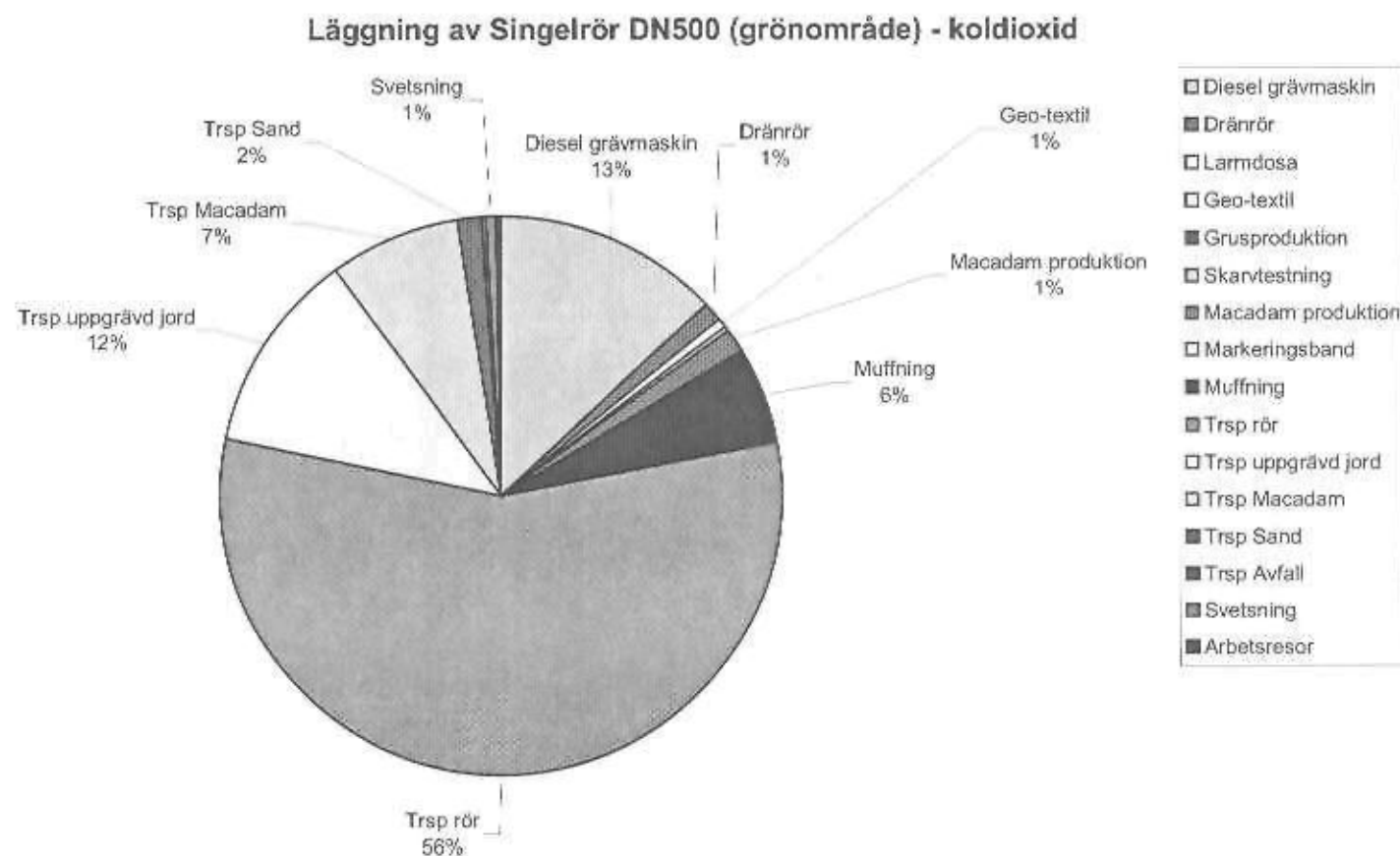
Figur 12 Fördelning mellan olika delaktiviteter av utsläpp av fossil koldioxid för scenariot läggning av DN25 singel-rör i grönområde. Aktiviteter som bidrar till mer än 1% av summautsläppet är utskrivna i text. Underlagsdata finns i *tabell 3*.

Figure 12 Emissions of fossil carbon dioxide split up into the sub activities for the scenario DN25 single pipe, green area. Activities contributing with more than 1% of the total are noted in writing. The underlying data is presented in *table 3*.



Figur 14 Fördelning mellan olika delaktiviteter av utsläpp av fossil koldioxid för scenariot läggning av DN500 singel-rör i grönområde. Aktiviteter som bidrar till mer än 1% av summautsläppet är utskrivna i text. Underlagsdata finns i *tabell 3*.

Figure 14 Emissions of fossil carbon dioxide split up into the sub activities for the scenario DN500 single pipe, green area. Activities contributing with more than 1% of the total are noted in writing. The underlying data is presented in *table 3*.

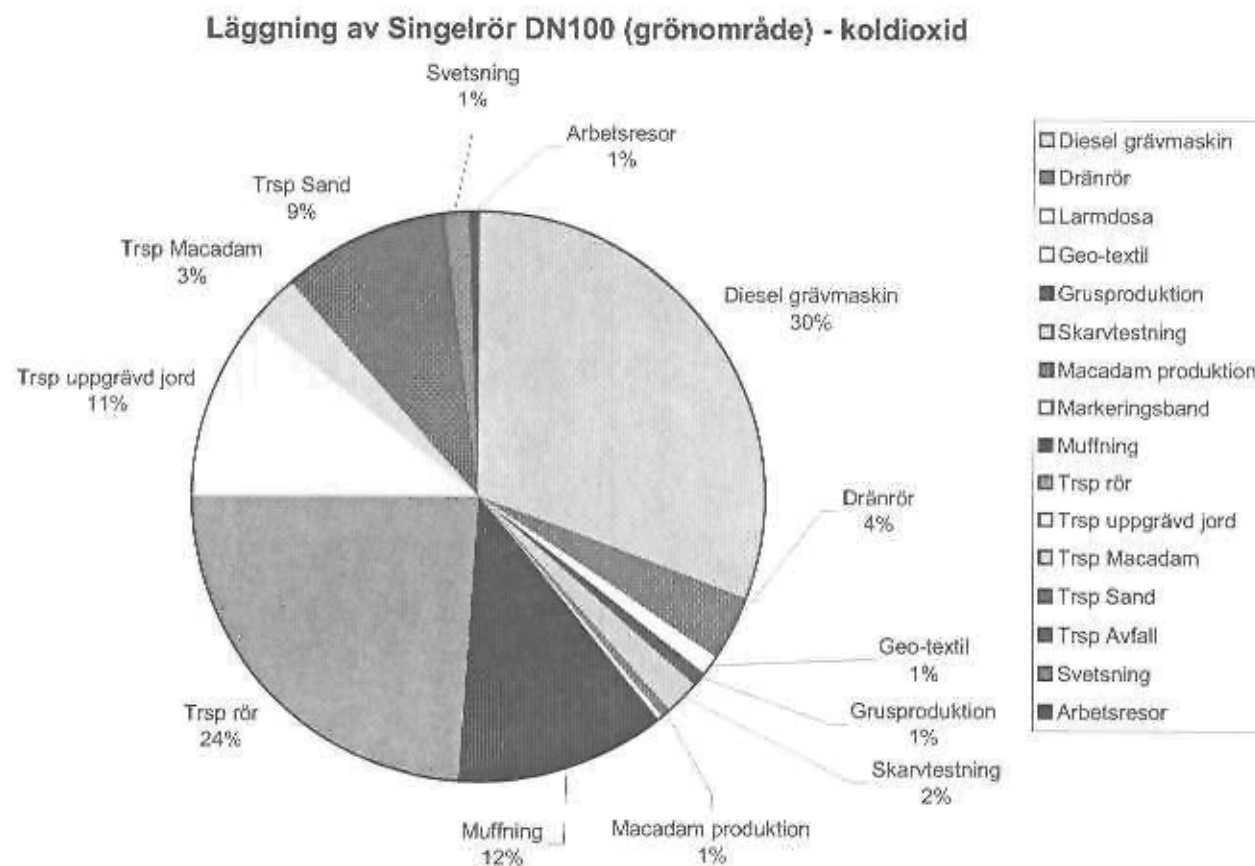


Figur 13

Fördelning mellan olika delaktiviteter av utsläpp av fossil koldioxid för scenariot läggning av DN100 singel-rör i grönområde. Aktiviteter som bidrar till mer än 1% av summautsläppet är utskrivna i text. Underlagsdata finns i *tabell 3*.

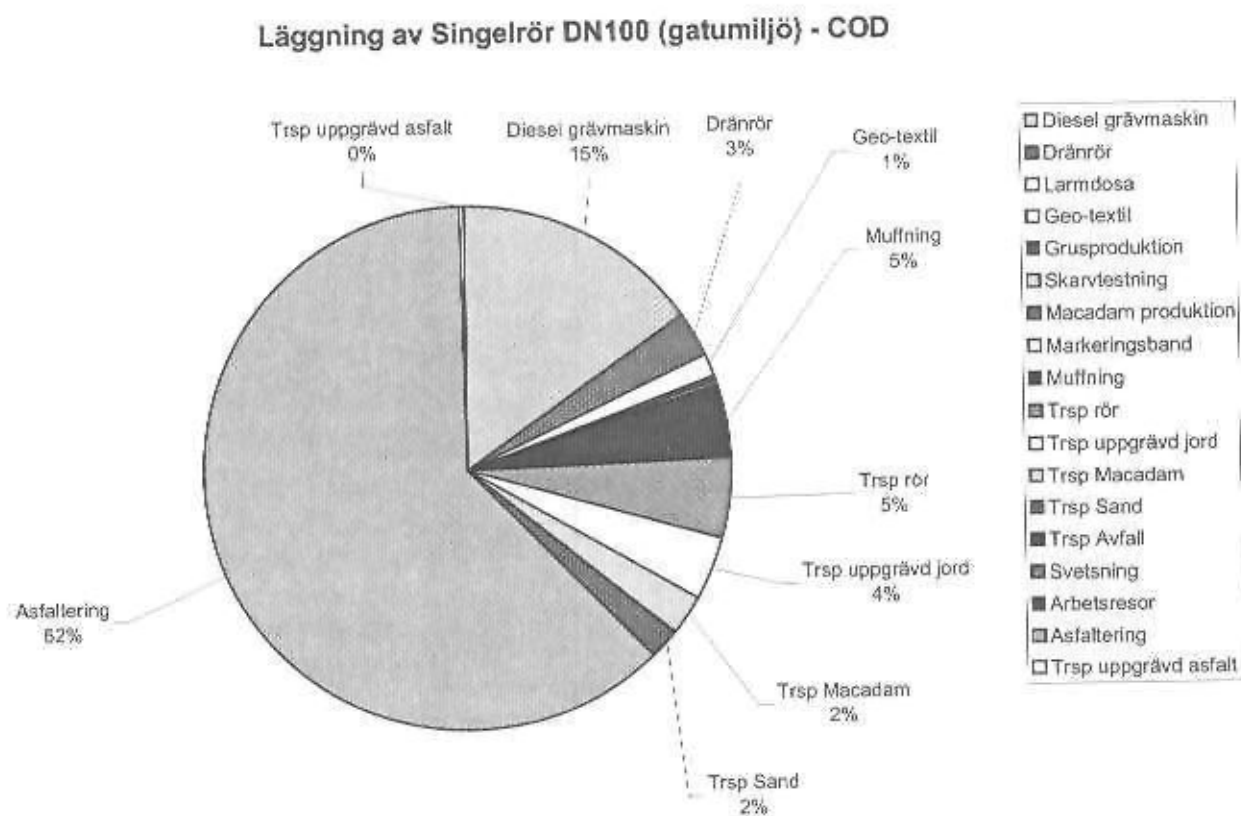
Figure 13

Emissions of fossil carbon dioxide split up into the sub activities for the scenario DN100 single pipe, green area. Activities contributing with more than 1% of the total are noted in writing. The underlying data is presented in *table 3*.



Figur 15 Fördelning mellan olika delaktiviteter av utsläpp av kemiskt syreförbrukande ämnen till vatten för scenariotläggning av DN100 singel-rör i grönområde. Aktiviteter som bidrar till mer än 1% av summautsläppet är utskrivna i text. Underlagsdata finns i *tabell 3*.

Figure 15 Emissions to water of substances contributing to chemical oxygen demand split up into the sub activities for the scenario DN100 single pipe, green area. Activities contributing with more than 1% of the total are noted in writing. The underlying data is presented in *table 3*.

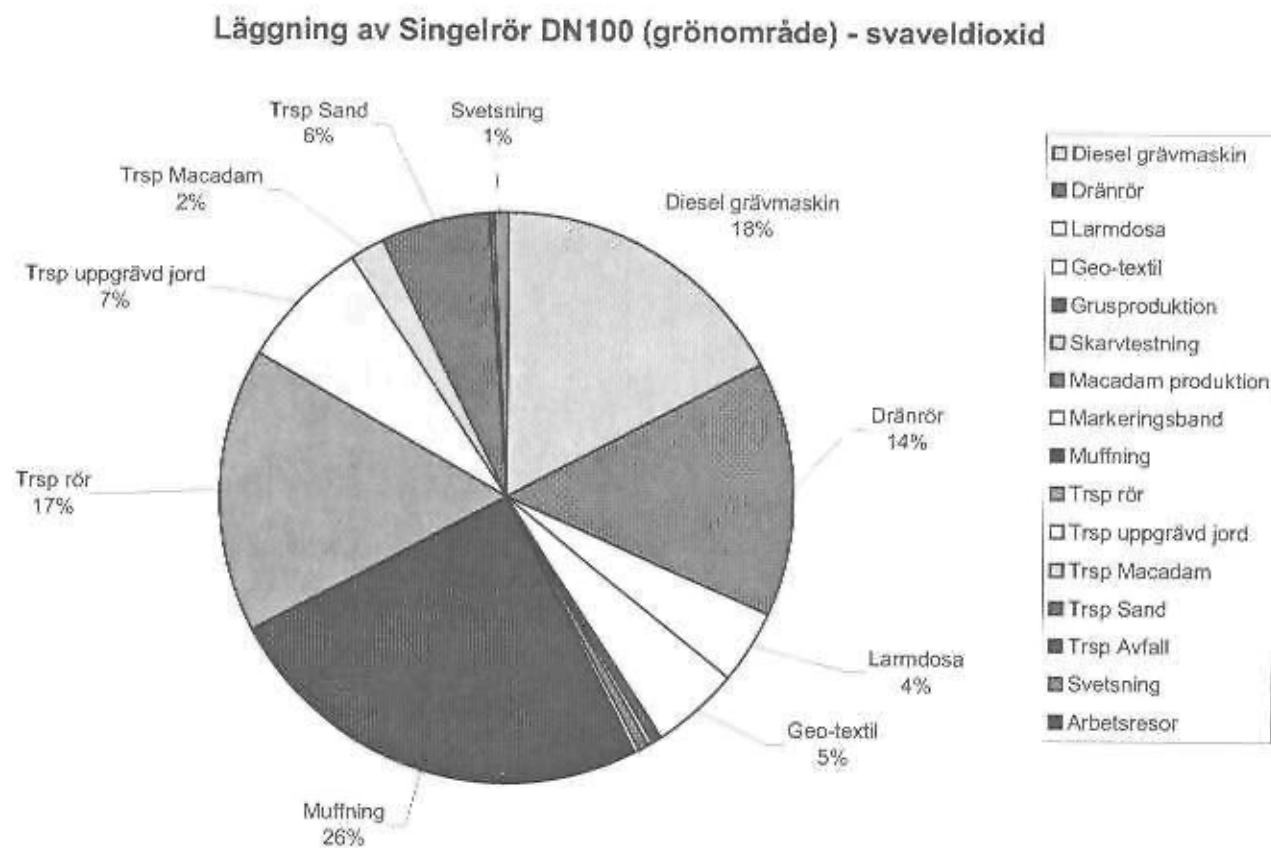


Figur 16

Fördelning mellan olika delaktiviteter av utsläpp av svaveldioxid för scenariot läggning av DN100 singel-rör i grönområde. Aktiviteter som bidrar till mer än 1% av summautsläppet är utskrivna i text. Underlagsdata finns i *tabell 3*.

Figure 16

Emissions of sulfur dioxide split up into the sub activities for the scenario DN100 single pipe, green area. Activities contributing with more than 1% of the total are noted in writing. The underlying data is presented in *table 3*.



5 Referenser

- [1] EN ISO 14 040:1997, Miljöledning – Livscykelanalys – Principer och strukturer.
- [2] M. Hauschild och Henrik Wenzel: *Environmental Assessment of Products*, vol 1 och 2, Chapman & Hall, 1998.
- [3] ISO 14041:1998, *Miljöledning – Livscykelanalys – Definition av mål och omfattning*.
- [4] LCAiT 4.0: <<http://www.lcait.com>>
- [5] Chalmers Industriteknik, CIT-Ekologik, Göteborg.
<<http://www.ekologik.cit.chalmers.se/>>
- [6] Mark- och Energibyggbarna AB, Åskvädersgatan 6, SE 418 34 Göteborg, Sweden; +46 31 542290. Personlig kommunikation med Owe Brasar och Mats Odel, 2000-03-20.
- [7] Englund M, Fernström A, Reinholdsson J och E Ringsröm (1999): Miljöstudie av fjärrvärmerör. Projekt rapport. Kemisk Miljövetenskap, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, Sverige.
- [8] Fjärrvärmeföreningen (1998), *Läggningsanvisningar – läggningsanvisningar för fjärrvärmerör*, FVF D:211.
- [9] Referensgruppen för projektet, se avsnitt 1.1.
- [10] Göran Johansson, Powerpipe Systems AB, Göteborg, Sverige. Personlig kommunikation 1999-12-21.
- [11] Karl Erik Johansson, Göteborg Energi, Göteborg, Sverige. Personlig kommunikation 2000-06-28.
- [12] Arne Wirfalk, Wideco AB, Borås, Sweden. Personlig kommunikation 2000-06-28.
- [13] Berg, Staffan (1996): *Emissioner till luft från fossila bränslen i svenskt skogsbruk, En inventering för LCA av träprodukter*, sid 7, tabell 3, Stockholm, januari 1996, (som refererar till: Anon (1990): Luftföroreningar från arbetsfordon. Handlingslinjer. Naturvårdsverket. Rapport 3756.). Data är dokumenterade genom [14].
- [14] Energy&TrpDatabase-CIT 3g-based on-991107.mbd. Tillgänglig via [6].
- [15] Informationen bygger på
Frischknecht R, Hofstetter P, Knoepel I, Meénard M, Doncs R, Zollinger E. (1994): *Ökoinventare für Energiesysteme*. Zürich, Bundesamt für Energiewirtschaft.
så som denna information är citerad i:
Niels Frees och Bo Pedersen Weidema, Institute for Product Development (1998): *Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks, Energy and Transport Scenarios*. En studie för Miljöstyrelsen i Danmark. Data är dokumenterade genom [14].
- [16] Nätverket för trsp och miljö, <<http://www.ntm.a.se/emissioner/index.htm>>.
Data är delvis omräknade av [6] och dokumenterade genom [14].
- [17] Kent Karlsson, Kollektivvär AB, Göteborg, Sverige. Personlig kommunikation 2000-03-20.

- [18] AGA AB, *Gashandboken*.
- [19] Sörensen, Camilla (1994): *Lakning av elektrodhöljen, fluxer och slagger - underlag för bedömning av miljöpåverkan av restprodukter från svetsning med tillsatsmedel*. Examensarbete, LISAB, Göteborg, och Kemisk Miljövetenskap, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, Sverige.
- [20] Maria Sunér (1996): *Life Cycle Assessment of Aluminium, Copper and Steel*; Report 1996:6; Teknisk Miljöplanering; Chalmers tekniska högskola; Göteborg; Sverige. Data från tabell 26 i rapporten har använts.
- [21] Dr Ian Bousted (1993): *Eco-profiles of the European plastic industry, Report 3: Polyethylene and Polypropylene. A report for the European Centre for Plastics in the environment (PWMI)*, Brussels, 1993. Data är hämtade från tabell 4 i rapporten.
- [22] Eriksson et al (1995): *Transporters miljöpåverkan i ett livscykelperspektiv*, Stiftelsen REFORSK, maj 1995. Data dokumenterade genom [14].
- [23] *Life of fuels*, Rapport från Ecotrafic AB, Stockholm, Sverige, 1992. Data dokumenterade genom [14].
- [24] Brännström-Norberg B-M, Dethlefsen U, Johansson R, Setterwall C, Tunbrant S (1996): *Life-Cycle Assessment for Vattenfall's Electricity Generation, Summary Report*, 1996, tabell 10. Data dokumenterade genom [14].
- [25] Koski, Antu, AK-plast, Stockholm, Sverige. Personlig kommunikation 2000-02-08.
- [26] Studiebesök och intervju med entreprenör vid muffning av rörsträcka i Hisings Backa, Göteborg, mars 2000. Fjärrvärmeledning konstruerad av Göteborg Energi AB.
- [27] Hellsten, Gunnar: *Tabeller och Diagram*, Almquist och Wiksell, 1992.
- [28] Anders Kjaelulf og Anders Andersen (1997): *Miljøvurdering af abløbsrør i PVC, PE, PP og BETON. Udført for Nordiska Plastrørgruppen*, Augusti 1997, DOR Århus A/S Management Konsulenter.
- [29] Dr Ian Bousted (1993): *Eco-profiles of the European plastic industry, Report 3: Polyethylene and Polypropylene. A report for the European Centre for Plastics in the environment (PWMI)*, Brussels, 1993. Data är hämtade från tabell 20 i rapporten.
- [30] Dr Ian Bousted (1997): *Eco-profiles of the European plastic industry, Report 9: Polyurethane precursors.. A report for ISOPA*, Brussels, 1997. Data är hämtade från tabellerna 23 (kärnkraftsel), 24, 26, 27, 28 och 29 i rapporten.
- [31] Data är hämtade från tabellerna 7 (kärnkraftsel), 8, 9, 10, 12 och 13 i samma rapport som [30].
- [32] Framställningen av kolväten är approximerad med framställning av diesel, som den beskrivs i [15].
- [33] CORINAIR (1996): *The EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (CORINAIR 90)*. København: European Environment Agency. . Data dokumenterade genom [14].
- [34] Toll, Clas, STK InterTest AB, Göteborg, Sverige. Personlig kommunikation 2000-03-17

- [35] Egen observation i samband vid studiebesök vid konstruktion av fjärrvärmeledning i Hisings Backa, Göteborg, mars 2000. Inmätning gjordes av personal från Göteborg Energi.
- [36] Wideco AB, Borås, Sverige. Produktinformation på internet: <http://www.wideco.se/> besökt 2000-05-20.
- [37] Scheller, Herbert (Motorola, European-CMRC, Hagenauerstr. 55, 65203 Wiesbaden, Germany) and Hoffman III, W.F. (Motorola, CMRC, 1301 E Algonquin Rd., Schaumburg, IL 60196 USA) (1988): "Life cycle assessment of a telecommunication product", Proceedings of 1988 IEEE International symposium on electronics and the environment.
- [38] Dr Ian Bousted (1999): *Eco-profiles of the European plastic industry, Report 13: Polycarbonate. A report for the European Centre for Plastics in the environment (PWEI)*, Brussels, 1999. Data är hämtade från tabellerna 3, 4, 6 och 7 i rapporten.
- [39] Beckman, Torsten (1997): Gutenberg versus IT - Life cycle assessment of printed & CD-stored information. MSc Thesis, Teknisk Miljöplanering, Rapport 1997:3, Chalmers tekniska högskola, Sverige.
- [40] Amatayakul, Whatanyu (1999): *Life cycle assessment of a catalytic converter for passenger cars*. MSc Thesis, Kemisk Miljövetenskap och Centrum för Katalys, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, Sweden. Informationen är hämtad från Appendix C "1: Platinum group elements", sidan 88 i rapporten.
- [41] Frees, Niels och Bo Pedersen Weidema, Institute for Product Development (1998): *Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks, Energy and Transport Scenarios*, 1998. En studie för Miljöstyrelsen i Danmark.). Data är dokumenterade genom [14].
- [42] Bakkane K K. (1994): Life cycle data for Norwegian oil and gas. Data är dokumenterade genom [14].
- [43] Maria Sunér (1996): *Life Cycle Assessment of Aluminium, Copper and Steel*, Rapport 1996:6; Teknisk Miljöplanering, Chalmers tekniska högskola; Göteborg; Sverige. Data från Tabell 16 i rapporten.
- [44] Nilkas Skoog, kvalitets- och miljösamordnare, Sabena Material AB, personlig kommunikation via e-mail april 1999.
- [45] Striple, Håkan (1995), *Livscykelanalys av väg*, IVL-rapport B1210.
- [46] Muntliga uppgifter från Caroline Settervall, Vattenfall, 1997, till [5], dokumenterade i [14].
- [47] Data är hämtad från tabell 4.2.14 i referens [45].
- [48] Densiteten är uppskattad av Ulf Jarfelt, Institutionen för Byggnadsfysik, Chalmers tekniska högskola. Jämfört med densiteter för olika våta och torra material i tabell 4.2.5.2 i [45] är denna siffra inom intervallet för torr (1470 kg/m³) och fuktig (2340 kg/m³) makadam.
- [49] Densiteten är uppskattad av Ulf Jarfelt, Institutionen för Byggnadsfysik, Chalmers tekniska högskola. Jämfört med densiteter för olika våta och torra material i tabell 4.2.5.2 i [45] är denna siffra inom intervallet för torr (1600 kg/m³) och fuktig (2070 kg/m³) sand.
- [50] Fors, Lars Åke. Göteborg Energi, Göteborg, Sverige. Personlig kommunikation, april 1999.

- [51] Möller, Lars. Terra Tec, Karlstad, Sverige (054-522030). Personlig kommunikation, april 1999.
- [52] Dr Ian Bousted (1993): *Eco-profiles of the European plastic industry. Report 3: Polyethylene and Polypropylene. A report for the European Centre for Plastics in the environment (PWMI)*, Brussels, 1993. Data från tabell 26 i rapporten.
- [53] Produktinformation på internet från Ahlsells, <http://www.ahlsell.se/> besökt sommaren 2000.
- [54] Data om emissioner och resursförbrukning har tagits från appendix E, tabell PP O110, andra kolumnen (Produktion) i [28].
- [55] Data är hämtad från tabell 4.2.12.1 i referens [45].
- [56] Data är hämtad från tabell 4.2.9.1 i referens [45].
- [57] Data är hämtad från tabell 4.2.38.1 i referens [45].
- [58] Data är hämtad från tabell 4.2.11.6, kolumnen "Total", i referens [45].
- [59] Hanna, Maya (1999): Miljöutredning för nyanslutning av villa till befintligt fjärrvärmenät. Examensarbete utfört vid Borlänge Energi.

Bilaga 1-8

Inventeringsmatriser för de åtta olika fallen.

Totalvärde för varje parameter, samt delvärden för aktiviteterna på nivå 1.

Bilaga 1

Inventeringsmatris: Enkelrör DN25 grönområde

[illegible]

Supplies	80	1.20E-03	8.34E-04	3.15E-05	2.22E-04	4.04E-08	2.30E-05	9.39E-03	1.02E-03
-0.000000		3.55E-03		1.73E-04	2.22E-04				3.67E-07
Transportation		2.10E-03							
Logistics	kg	1.50E-03							
Amortized Fuel	liters			7.50E-03	1.20E-02				4.59E-01
Other - the Service	kg	2.00E-05							
Cadmium	kg	2.55E-07							
Polonium	kg	0.02E-07							
Radium	kg	1.75E-03							
Selenium	kg	1.10E-05							1.20E-03
Other	kg	2.11E-07							
Other - Cadmium	kg	1.40E-03							1.40E-03

Bilaga 2

Inventeringsmatris: Enkelrör DN25 gatumiljö

Interim recovery margin: Laying of twin pipe DN25 (at least): Gate to gate (distance) for a reference flow of 100 l/s at Filled pipe trench

Item	Material	Unit	Quantity	Unit Price	Amount	Material	Unit	Quantity	Unit Price	Amount	Material	Unit	Quantity	Unit Price	Amount
Foundation	Excavation	m³	100	100.00	10000.00	Concrete	m³	50	50.00	2500.00	Reinforcement	kg	1000	100.00	100000.00
	Formwork	m²	200	200.00	40000.00	Brick	m³	1000	100.00	100000.00	Tile	m²	500	50.00	25000.00
	Roofing	m²	100	100.00	10000.00	Window	m²	10	100.00	1000.00	Flooring	m²	200	200.00	40000.00
	Beam	m³	10	100.00	1000.00	Truss	m³	5	50.00	250.00	Deck	m³	5	50.00	250.00
	Truss	m³	5	50.00	250.00	Roof	m³	5	50.00	250.00	Subfloor	m³	5	50.00	250.00
	Deck	m³	5	50.00	250.00	Subfloor	m³	5	50.00	250.00	Finish	m³	5	50.00	250.00
	Subfloor	m³	5	50.00	250.00	Finish	m³	5	50.00	250.00	Trim	m³	5	50.00	250.00
	Trim	m³	5	50.00	250.00	Door	m²	5	50.00	250.00	Window	m²	5	50.00	250.00
	Door	m²	5	50.00	250.00	Window	m²	5	50.00	250.00	Partition	m²	5	50.00	250.00
	Partition	m²	5	50.00	250.00	Truss	m³	5	50.00	250.00	Roof	m³	5	50.00	250.00
Structure	Excavation	m³	100	100.00	10000.00	Concrete	m³	50	50.00	2500.00	Reinforcement	kg	1000	100.00	100000.00
	Formwork	m²	200	200.00	40000.00	Brick	m³	1000	100.00	100000.00	Tile	m²	500	50.00	25000.00
	Roofing	m²	100	100.00	10000.00	Window	m²	10	100.00	1000.00	Flooring	m²	200	200.00	40000.00
	Beam	m³	10	100.00	1000.00	Truss	m³	5	50.00	250.00	Deck	m³	5	50.00	250.00
	Truss	m³	5	50.00	250.00	Roof	m³	5	50.00	250.00	Subfloor	m³	5	50.00	250.00
	Deck	m³	5	50.00	250.00	Subfloor	m³	5	50.00	250.00	Finish	m³	5	50.00	250.00
	Subfloor	m³	5	50.00	250.00	Finish	m³	5	50.00	250.00	Trim	m³	5	50.00	250.00
	Trim	m³	5	50.00	250.00	Door	m²	5	50.00	250.00	Window	m²	5	50.00	250.00
	Door	m²	5	50.00	250.00	Window	m²	5	50.00	250.00	Partition	m²	5	50.00	250.00
	Partition	m²	5	50.00	250.00	Truss	m³	5	50.00	250.00	Roof	m³	5	50.00	250.00
Interior	Excavation	m³	100	100.00	10000.00	Concrete	m³	50	50.00	2500.00	Reinforcement	kg	1000	100.00	100000.00
	Formwork	m²	200	200.00	40000.00	Brick	m³	1000	100.00	100000.00	Tile	m²	500	50.00	25000.00
	Roofing	m²	100	100.00	10000.00	Window	m²	10	100.00	1000.00	Flooring	m²	200	200.00	40000.00
	Beam	m³	10	100.00	1000.00	Truss	m³	5	50.00	250.00	Deck	m³	5	50.00	250.00
	Truss	m³	5	50.00	250.00	Roof	m³	5	50.00	250.00	Subfloor	m³	5	50.00	250.00
	Deck	m³	5	50.00	250.00	Subfloor	m³	5	50.00	250.00	Finish	m³	5	50.00	250.00
	Subfloor	m³	5	50.00	250.00	Finish	m³	5	50.00	250.00	Trim	m³	5	50.00	250.00
	Trim	m³	5	50.00	250.00	Door	m²	5	50.00	250.00	Window	m²	5	50.00	250.00
	Door	m²	5	50.00	250.00	Window	m²	5	50.00	250.00	Partition	m²	5	50.00	250.00
	Partition	m²	5	50.00	250.00	Truss	m³	5	50.00	250.00	Roof	m³	5	50.00	250.00
Exterior	Excavation	m³	100	100.00	10000.00	Concrete	m³	50	50.00	2500.00	Reinforcement	kg	1000	100.00	100000.00
	Formwork	m²	200	200.00	40000.00	Brick	m³	1000	100.00	100000.00	Tile	m²	500	50.00	25000.00
	Roofing	m²	100	100.00	10000.00	Window	m²	10	100.00	1000.00	Flooring	m²	200	200.00	40000.00
	Beam	m³	10	100.00	1000.00	Truss	m³	5	50.00	250.00	Deck	m³	5	50.00	250.00
	Truss	m³	5	50.00	250.00	Roof	m³	5	50.00	250.00	Subfloor	m³	5	50.00	250.00
	Deck	m³	5	50.00	250.00	Subfloor	m³	5	50.00	250.00	Finish	m³	5	50.00	250.00
	Subfloor	m³	5	50.00	250.00	Finish	m³	5	50.00	250.00	Trim	m³	5	50.00	250.00
	Trim	m³	5	50.00	250.00	Door	m²	5	50.00	250.00	Window	m²	5	50.00	250.00
	Door	m²	5	50.00	250.00	Window	m²	5	50.00	250.00	Partition	m²	5	50.00	250.00
	Partition	m²	5	50.00	250.00	Truss	m³	5	50.00	250.00	Roof	m³	5	50.00	250.00

Geochronology	2.30E-09	2.12E-09	2.04E-09	1.96E-09	1.88E-09	1.80E-09	1.72E-09	1.64E-09	1.56E-09	1.48E-09	1.40E-09	1.32E-09	1.24E-09	1.16E-09	1.08E-09	1.00E-09	9.20E-10	8.40E-10	7.60E-10	6.80E-10	6.00E-10	5.20E-10	4.40E-10	3.60E-10	2.80E-10	2.00E-10	1.20E-10	4.00E-11	2.00E-11	1.00E-11	5.00E-12	2.50E-12	1.25E-12	6.25E-13	3.12E-13	1.56E-13	7.81E-14	3.91E-14	1.95E-14	9.75E-15	4.88E-15	2.44E-15	1.22E-15	6.10E-16	3.05E-16	1.52E-16	7.60E-17	3.80E-17	1.90E-17	9.50E-18	4.75E-18	2.37E-18	1.18E-18	5.90E-19	2.95E-19	1.47E-19	7.35E-20	3.67E-20	1.84E-20	9.20E-21	4.60E-21	2.30E-21	1.15E-21	5.75E-22	2.87E-22	1.43E-22	7.15E-23	3.57E-23	1.79E-23	8.95E-24	4.47E-24	2.23E-24	1.12E-24	5.60E-25	2.80E-25	1.40E-25	7.00E-26	3.50E-26	1.75E-26	8.75E-27	4.37E-27	2.19E-27	1.09E-27	5.45E-28	2.72E-28	1.36E-28	6.80E-29	3.40E-29	1.70E-29	8.50E-30	4.25E-30	2.12E-30	1.06E-30	5.30E-31	2.65E-31	1.32E-31	6.60E-32	3.30E-32	1.65E-32	8.25E-33	4.12E-33	2.06E-33	1.03E-33	5.15E-34	2.57E-34	1.28E-34	6.40E-35	3.20E-35	1.60E-35	8.00E-36	4.00E-36	2.00E-36	1.00E-36	5.00E-37	2.50E-37	1.25E-37	6.25E-38	3.12E-38	1.56E-38	7.81E-39	3.91E-39	1.95E-39	9.75E-40	4.88E-40	2.44E-40	1.22E-40	6.10E-41	3.05E-41	1.52E-41	7.60E-42	3.80E-42	1.90E-42	9.50E-43	4.75E-43	2.37E-43	1.18E-43	5.90E-44	2.95E-44	1.47E-44	7.35E-45	3.67E-45	1.84E-45	9.20E-46	4.60E-46	2.30E-46	1.15E-46	5.75E-47	2.87E-47	1.43E-47	7.15E-48	3.57E-48	1.79E-48	8.95E-49	4.47E-49	2.23E-49	1.12E-49	5.60E-50	2.80E-50	1.40E-50	7.00E-51	3.50E-51	1.75E-51	8.75E-52	4.37E-52	2.19E-52	1.09E-52	5.45E-53	2.72E-53	1.36E-53	6.80E-54	3.40E-54	1.70E-54	8.50E-55	4.25E-55	2.12E-55	1.06E-55	5.30E-56	2.65E-56	1.32E-56	6.60E-57	3.30E-57	1.65E-57	8.25E-58	4.12E-58	2.06E-58	1.03E-58	5.15E-59	2.57E-59	1.28E-59	6.40E-60	3.20E-60	1.60E-60	8.00E-61	4.00E-61	2.00E-61	1.00E-61	5.00E-62	2.50E-62	1.25E-62	6.25E-63	3.12E-63	1.56E-63	7.81E-64	3.91E-64	1.95E-64	9.75E-65	4.88E-65	2.44E-65	1.22E-65	6.10E-66	3.05E-66	1.52E-66	7.60E-67	3.80E-67	1.90E-67	9.50E-68	4.75E-68	2.37E-68	1.18E-68	5.90E-69	2.95E-69	1.47E-69	7.35E-70	3.67E-70	1.84E-70	9.20E-71	4.60E-71	2.30E-71	1.15E-71	5.75E-72	2.87E-72	1.43E-72	7.15E-73	3.57E-73	1.79E-73	8.95E-74	4.47E-74	2.23E-74	1.12E-74	5.60E-75	2.80E-75	1.40E-75	7.00E-76	3.50E-76	1.75E-76	8.75E-77	4.37E-77	2.19E-77	1.09E-77	5.45E-78	2.72E-78	1.36E-78	6.80E-79	3.40E-79	1.70E-79	8.50E-80	4.25E-80	2.12E-80	1.06E-80	5.30E-81	2.65E-81	1.32E-81	6.60E-82	3.30E-82	1.65E-82	8.25E-83	4.12E-83	2.06E-83	1.03E-83	5.15E-84	2.57E-84	1.28E-84	6.40E-85	3.20E-85	1.60E-85	8.00E-86	4.00E-86	2.00E-86	1.00E-86	5.00E-87	2.50E-87	1.25E-87	6.25E-88	3.12E-88	1.56E-88	7.81E-89	3.91E-89	1.95E-89	9.75E-90	4.88E-90	2.44E-90	1.22E-90	6.10E-91	3.05E-91	1.52E-91	7.60E-92	3.80E-92	1.90E-92	9.50E-93	4.75E-93	2.37E-93	1.18E-93	5.90E-94	2.95E-94	1.47E-94	7.35E-95	3.67E-95	1.84E-95	9.20E-96	4.60E-96	2.30E-96	1.15E-96	5.75E-97	2.87E-97	1.43E-97	7.15E-98	3.57E-98	1.79E-98	8.95E-99	4.47E-99	2.23E-99	1.12E-99	5.60E-100	2.80E-100	1.40E-100	7.00E-101	3.50E-101	1.75E-101	8.75E-102	4.37E-102	2.19E-102	1.09E-102	5.45E-103	2.72E-103	1.36E-103	6.80E-104	3.40E-104	1.70E-104	8.50E-105	4.25E-105	2.12E-105	1.06E-105	5.30E-106	2.65E-106	1.32E-106	6.60E-107	3.30E-107	1.65E-107	8.25E-108	4.12E-108	2.06E-108	1.03E-108	5.15E-109	2.57E-109	1.28E-109	6.40E-110	3.20E-110	1.60E-110	8.00E-111	4.00E-111	2.00E-111	1.00E-111	5.00E-112	2.50E-112	1.25E-112	6.25E-113	3.12E-113	1.56E-113	7.81E-114	3.91E-114	1.95E-114	9.75E-115	4.88E-115	2.44E-115	1.22E-115	6.10E-116	3.05E-116	1.52E-116	7.60E-117	3.80E-117	1.90E-117	9.50E-118	4.75E-118	2.37E-118	1.18E-118	5.90E-119	2.95E-119	1.47E-119	7.35E-120	3.67E-120	1.84E-120	9.20E-121	4.60E-121	2.30E-121	1.15E-121	5.75E-122	2.87E-122	1.43E-122	7.15E-123	3.57E-123	1.79E-123	8.95E-124	4.47E-124	2.23E-124	1.12E-124	5.60E-125	2.80E-125	1.40E-125	7.00E-126	3.50E-126	1.75E-126	8.75E-127	4.37E-127	2.19E-127	1.09E-127	5.45E-128	2.72E-128	1.36E-128	6.80E-129	3.40E-129	1.70E-129	8.50E-130	4.25E-130	2.12E-130	1.06E-130	5.30E-131	2.65E-131	1.32E-131	6.60E-132	3.30E-132	1.65E-132	8.25E-133	4.12E-133	2.06E-133	1.03E-133	5.15E-134	2.57E-134	1.28E-134	6.40E-135	3.20E-135	1.60E-135	8.00E-136	4.00E-136	2.00E-136	1.00E-136	5.00E-137	2.50E-137	1.25E-137	6.25E-138	3.12E-138	1.56E-138	7.81E-139	3.91E-139	1.95E-139	9.75E-140	4.88E-140	2.44E-140	1.22E-140	6.10E-141	3.05E-141	1.52E-141	7.60E-142	3.80E-142	1.90E-142	9.50E-143	4.75E-143	2.37E-143	1.18E-143	5.90E-144	2.95E-144	1.47E-144	7.35E-145	3.67E-145	1.84E-145	9.20E-146	4.60E-146	2.30E-146	1.15E-146	5.75E-147	2.87E-147	1.43E-147	7.15E-148	3.57E-148	1.79E-148	8.95E-149	4.47E-149	2.23E-149	1.12E-149	5.60E-150	2.80E-150	1.40E-150	7.00E-151	3.50E-151	1.75E-151	8.75E-152	4.37E-152	2.19E-152	1.09E-152	5.45E-153	2.72E-153	1.36E-153	6.80E-154	3.40E-154	1.70E-154	8.50E-155	4.25E-155	2.12E-155	1.06E-155	5.30E-156	2.65E-156	1.32E-156	6.60E-157	3.30E-157	1.65E-157	8.25E-158	4.12E-158	2.06E-158	1.03E-158	5.15E-159	2.57E-159	1.28E-159	6.40E-160	3.20E-160	1.60E-160	8.00E-161	4.00E-161	2.00E-161	1.00E-161	5.00E-162	2.50E-162	1.25E-162	6.25E-163	3.12E-163	1.56E-163	7.81E-164	3.91E-164	1.95E-164	9.75E-165	4.88E-165	2.44E-165	1.22E-165	6.10E-166	3.05E-166	1.52E-166	7.60E-167	3.80E-167	1.90E-167	9.50E-168	4.75E-168	2.37E-168	1.18E-168	5.90E-169	2.95E-169	1.47E-169	7.35E-170	3.67E-170	1.84E-170	9.20E-171	4.60E-171	2.30E-171	1.15E-171	5.75E-172	2.87E-172	1.43E-172	7.15E-173	3.57E-173	1.79E-173	8.95E-174	4.47E-174	2.23E-174	1.12E-174	5.60E-175	2.80E-175	1.40E-175	7.00E-176	3.50E-176	1.75E-176	8.75E-177	4.37E-177	2.19E-177	1.09E-177	5.45E-178	2.72E-178	1.36E-178	6.80E-179	3.40E-179	1.70E-179	8.50E-180	4.25E-180	2.12E-180	1.06E-180	5.30E-181	2.65E-181	1.32E-181	6.60E-182	3.30E-182	1.65E-182	8.25E-183	4.12E-183	2.06E-183	1.03E-183	5.15E-184	2.57E-184	1.28E-184	6.40E-185	3.20E-185	1.60E-185	8.00E-186	4.00E-186	2.00E-186	1.00E-186	5.00E-187	2.50E-187	1.25E-187	6.25E-188	3.12E-188	1.56E-188	7.81E-189	3.91E-189	1.95E-189	9.75E-190	4.88E-190	2.44E-190	1.22E-190	6.10E-191	3.05E-191	1.52E-191	7.60E-192	3.80E-192	1.90E-192	9.50E-193	4.75E-193	2.37E-193	1.18E-193	5.90E-194	2.95E-194	1.47E-194	7.35E-195	3.67E-195	1.84E-195	9.20E-196	4.60E-196	2.30E-196	1.15E-196	5.75E-197	2.87E-197	1.43E-197	7.15E-198	3.57E-198	1.79E-198	8.95E-199	4.47E-199	2.23E-199	1.12E-199	5.60E-200	2.80E-200	1.40E-200	7.00E-201	3.50E-201	1.75E-201	8.75E-202	4.37E-202	2.19E-202	1.09E-202	5.45E-203	2.72E-203	1.36E-203	6.80E-204	3.40E-204	1.70E-204	8.50E-205	4.25E-205	2.12E-205	1.06E-205	5.30E-206	2.65E-206	1.32E-206	6.60E-207	3.30E-207	1.65E-207	8.25E-208	4.12E-208	2.06E-208	1.03E-208	5.15E-209	2.57E-209	1.28E-209	6.40E-210	3.20E-210	1.60E-210	8.00E-211	4.00E-211	2.00E-211	1.00E-211	5.00E-212	2.50E-212	1.25E-212	6.25E-213	3.12E-213	1.56E-213	7.81E-214	3.91E-214	1.95E-214	9.75E-215	4.88E-215	2.44E-215	1.22E-215	6.10E-216	3.05E-216	1.52E-216	7.60E-217	3.80E-217	1.90E-217	9.50E-218	4.75E-218	2.37E-218	1.18E-218	5.90E-219	2.95E-219	1.47E-219	7.35E-220	3.67E-220	1.84E-220	9.20E-221	4.60E-221	2.30E-221	1.15E-221	5.75E-222	2.87E-222	1.43E-222	7.15E-223	3.57E-223	1.79E-223	8.95E-224	4.47E-224	2.23E-224	1.12E-224	5.60E-225	2.80E-225	1.40E-225	7.00E-226	3.50E-226	1.75E-226	8.75E-227	4.37E-227	2.19E-227	1.09E-227	5.45E-228	2.72E-228	1.36E-228	6.80E-229	3.40E-229	1.70E-229	8.50E-230	4.25E-230	2.12E-230	1.06E-230	5.30E-231	2.65E-231	1.32E-231	6.60E-232	3.30E-232	1.65E-232	8.25E-233	4.12E-233	2.06E-233	1.03E-233	5.15E-234	2.57E-234	1.28E-234	6.40E-235	3.20E-235	1.60E-235	8.00E-236	4.00E-236	2.00E-236	1.00E-236	5.00E-237	2.50E-237	1.25E-237	6.25E-238	3.12E-238	1.56E-238	7.81E-239	3.91E-239	1.95E-239	9.75E-240	4.88E-240	2.44E-240	1.22E-240	6.10E-241	3.05E-241	1.52E-241	7.60E-242	3.80E-242	1.90E-242	9.50E-243	4.75E-243	2.37E-243	1.18E-243	5.90E-244	2.95E-244	1.47E-244	7.35E-245	3.67E-245	1.84E-245	9.20E-246	4.60E-246	2.30E-246	1.15E-246	5.75E-247	2.87E-247	1.43E-247	7.15E-248	3.57E-248	1.79E-248	8.95E-249	4.47E-249	2.23E-249	1.12E-249	5.60E-250	2.80E-250	1.40E-250	7.00E-251	3.50E-251	1.75E-251	8.75E-252	4.37E-252	2.19E-252	1.09E-252	5.45E-253	2.72E-253	1.36E-253	6.80E-254	3.40E-254	1.70E-254	8.50E-255	4.25E-255	2.12E-255	1.06E-255	5.30E-256	2.65E-256	1.32E-256	6.60E-257	3.30E-257	1.65E-257	8.25E-258	4.12E-258	2.06E-258	1.03E-258	5.15E-259	2.57E-259	1.28E-259	6.40E-260	3.20E-260	1.60E-260	8.00E-261	4.00E-261	2.00E-261	1.00E-261	5.00E-262	2.50E-262	1.25E-262	6.25E-263	3.12E-263	1.56E-263	7.81E-264	3.91E-264	1.95E-264	9.75E-265	4.88E-265	2.44E-265	1.22E-265	6.10E-266	3.05E-266	1.52E-266	7.60E-267	3.80E-267	1.90E-267	9.50E-268	4.75E-268	2.37E-268	1.18E-268	5.90E-269	2.95E-269	1.47E-269	7.35E-270	3.67E-270	1.84E-270	9.20E-271	4.60E-271	2.30E-271	1.15E-271	5.75E-272	2.87E-272	1.43E-272	7.15E-273	3.57E-273	1.79E-273	8.95E-274	4.47E-274	2.23E-274	1.12E-274	5.60E-275	2.80E-2
---------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	---------

[illegible]

Source	4,20E-01	2,40E-01	1,20E-01	6,00E-02	3,00E-02	1,50E-02	7,50E-03	3,75E-03	1,88E-03	9,38E-04	4,69E-04	2,34E-04	1,17E-04	5,85E-05	2,92E-05	1,46E-05	7,30E-06	3,65E-06	1,82E-06	9,10E-07	4,55E-07	2,27E-07	1,13E-07	5,65E-08	2,82E-08	1,41E-08	7,05E-09	3,52E-09	1,76E-09	8,80E-10	4,40E-10	2,20E-10	1,10E-10	5,50E-11	2,75E-11	1,37E-11	6,85E-12	3,42E-12	1,71E-12	8,55E-13	4,27E-13	2,13E-13	1,06E-13	5,30E-14	2,65E-14	1,32E-14	6,60E-15	3,30E-15	1,65E-15	8,25E-16	4,12E-16	2,06E-16	1,03E-16	5,15E-17	2,57E-17	1,28E-17	6,40E-18	3,20E-18	1,60E-18	8,00E-19	4,00E-19	2,00E-19	1,00E-19	5,00E-20	2,50E-20	1,25E-20	6,25E-21	3,12E-21	1,56E-21	7,81E-22	3,90E-22	1,95E-22	9,75E-23	4,87E-23	2,43E-23	1,21E-23	6,05E-24	3,02E-24	1,51E-24	7,55E-25	3,77E-25	1,88E-25	9,40E-26	4,70E-26	2,35E-26	1,17E-26	5,85E-27	2,92E-27	1,46E-27	7,30E-28	3,65E-28	1,82E-28	9,10E-29	4,55E-29	2,27E-29	1,13E-29	5,65E-30	2,82E-30	1,41E-30	7,05E-31	3,52E-31	1,76E-31	8,80E-32	4,40E-32	2,20E-32	1,10E-32	5,50E-33	2,75E-33	1,37E-33	6,85E-34	3,42E-34	1,71E-34	8,55E-35	4,27E-35	2,13E-35	1,06E-35	5,30E-36	2,65E-36	1,32E-36	6,60E-37	3,30E-37	1,65E-37	8,25E-38	4,12E-38	2,06E-38	1,03E-38	5,15E-39	2,57E-39	1,28E-39	6,40E-40	3,20E-40	1,60E-40	8,00E-41	4,00E-41	2,00E-41	1,00E-41	5,00E-42	2,50E-42	1,25E-42	6,25E-43	3,12E-43	1,56E-43	7,81E-44	3,90E-44	1,95E-44	9,75E-45	4,87E-45	2,43E-45	1,21E-45	6,05E-46	3,02E-46	1,51E-46	7,55E-47	3,77E-47	1,88E-47	9,40E-48	4,70E-48	2,35E-48	1,17E-48	5,85E-49	2,92E-49	1,46E-49	7,30E-50	3,65E-50	1,82E-50	9,10E-51	4,55E-51	2,27E-51	1,13E-51	5,65E-52	2,82E-52	1,41E-52	7,05E-53	3,52E-53	1,76E-53	8,80E-54	4,40E-54	2,20E-54	1,10E-54	5,50E-55	2,75E-55	1,37E-55	6,85E-56	3,42E-56	1,71E-56	8,55E-57	4,27E-57	2,13E-57	1,06E-57	5,30E-58	2,65E-58	1,32E-58	6,60E-59	3,30E-59	1,65E-59	8,25E-60	4,12E-60	2,06E-60	1,03E-60	5,15E-61	2,57E-61	1,28E-61	6,40E-62	3,20E-62	1,60E-62	8,00E-63	4,00E-63	2,00E-63	1,00E-63	5,00E-64	2,50E-64	1,25E-64	6,25E-65	3,12E-65	1,56E-65	7,81E-66	3,90E-66	1,95E-66	9,75E-67	4,87E-67	2,43E-67	1,21E-67	6,05E-68	3,02E-68	1,51E-68	7,55E-69	3,77E-69	1,88E-69	9,40E-70	4,70E-70	2,35E-70	1,17E-70	5,85E-71	2,92E-71	1,46E-71	7,30E-72	3,65E-72	1,82E-72	9,10E-73	4,55E-73	2,27E-73	1,13E-73	5,65E-74	2,82E-74	1,41E-74	7,05E-75	3,52E-75	1,76E-75	8,80E-76	4,40E-76	2,20E-76	1,10E-76	5,50E-77	2,75E-77	1,37E-77	6,85E-78	3,42E-78	1,71E-78	8,55E-79	4,27E-79	2,13E-79	1,06E-79	5,30E-80	2,65E-80	1,32E-80	6,60E-81	3,30E-81	1,65E-81	8,25E-82	4,12E-82	2,06E-82	1,03E-82	5,15E-83	2,57E-83	1,28E-83	6,40E-84	3,20E-84	1,60E-84	8,00E-85	4,00E-85	2,00E-85	1,00E-85	5,00E-86	2,50E-86	1,25E-86	6,25E-87	3,12E-87	1,56E-87	7,81E-88	3,90E-88	1,95E-88	9,75E-89	4,87E-89	2,43E-89	1,21E-89	6,05E-90	3,02E-90	1,51E-90	7,55E-91	3,77E-91	1,88E-91	9,40E-92	4,70E-92	2,35E-92	1,17E-92	5,85E-93	2,92E-93	1,46E-93	7,30E-94	3,65E-94	1,82E-94	9,10E-95	4,55E-95	2,27E-9
--------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------

Bilaga 3

Inventeringsmatris: Twinrör DN25 grönområde

[illegible]

[illegible]

Bilaga 4

Inventeringsmatris: Twinrör DN25 gatumiljö

[illegible]

DDC=	11ME-03	14ME-03	98ME-26	103E-27	108E-28	113E-29	118E-30	123E-31	128E-32	133E-33	138E-34	143E-35	148E-36	153E-37	158E-38	163E-39	168E-40	173E-41	178E-42	183E-43	188E-44	193E-45	198E-46	203E-47	208E-48	213E-49	218E-50	223E-51	228E-52	233E-53	238E-54	243E-55	248E-56	253E-57	258E-58	263E-59	268E-60	273E-61	278E-62	283E-63	288E-64	293E-65	298E-66	303E-67	308E-68	313E-69	318E-70	323E-71	328E-72	333E-73	338E-74	343E-75	348E-76	353E-77	358E-78	363E-79	368E-80	373E-81	378E-82	383E-83	388E-84	393E-85	398E-86	403E-87	408E-88	413E-89	418E-90	423E-91	428E-92	433E-93	438E-94	443E-95	448E-96	453E-97	458E-98	463E-99	468E-00	473E-01	478E-02	483E-03	488E-04	493E-05	498E-06	503E-07	508E-08	513E-09	518E-10	523E-11	528E-12	533E-13	538E-14	543E-15	548E-16	553E-17	558E-18	563E-19	568E-20	573E-21	578E-22	583E-23	588E-24	593E-25	598E-26	603E-27	608E-28	613E-29	618E-30	623E-31	628E-32	633E-33	638E-34	643E-35	648E-36	653E-37	658E-38	663E-39	668E-40	673E-41	678E-42	683E-43	688E-44	693E-45	698E-46	703E-47	708E-48	713E-49	718E-50	723E-51	728E-52	733E-53	738E-54	743E-55	748E-56	753E-57	758E-58	763E-59	768E-60	773E-61	778E-62	783E-63	788E-64	793E-65	798E-66	803E-67	808E-68	813E-69	818E-70	823E-71	828E-72	833E-73	838E-74	843E-75	848E-76	853E-77	858E-78	863E-79	868E-80	873E-81	878E-82	883E-83	888E-84	893E-85	898E-86	903E-87	908E-88	913E-89	918E-90	923E-91	928E-92	933E-93	938E-94	943E-95	948E-96	953E-97	958E-98	963E-99	968E-00	973E-01	978E-02	983E-03	988E-04	993E-05	998E-06	1003E-07	1008E-08	1013E-09	1018E-10	1023E-11	1028E-12	1033E-13	1038E-14	1043E-15	1048E-16	1053E-17	1058E-18	1063E-19	1068E-20	1073E-21	1078E-22	1083E-23	1088E-24	1093E-25	1098E-26	1103E-27	1108E-28	1113E-29	1118E-30	1123E-31	1128E-32	1133E-33	1138E-34	1143E-35	1148E-36	1153E-37	1158E-38	1163E-39	1168E-40	1173E-41	1178E-42	1183E-43	1188E-44	1193E-45	1198E-46	1203E-47	1208E-48	1213E-49	1218E-50	1223E-51	1228E-52	1233E-53	1238E-54	1243E-55	1248E-56	1253E-57	1258E-58	1263E-59	1268E-60	1273E-61	1278E-62	1283E-63	1288E-64	1293E-65	1298E-66	1303E-67	1308E-68	1313E-69	1318E-70	1323E-71	1328E-72	1333E-73	1338E-74	1343E-75	1348E-76	1353E-77	1358E-78	1363E-79	1368E-80	1373E-81	1378E-82	1383E-83	1388E-84	1393E-85	1398E-86	1403E-87	1408E-88	1413E-89	1418E-90	1423E-91	1428E-92	1433E-93	1438E-94	1443E-95	1448E-96	1453E-97	1458E-98	1463E-99	1468E-00	1473E-01	1478E-02	1483E-03	1488E-04	1493E-05	1498E-06	1503E-07	1508E-08	1513E-09	1518E-10	1523E-11	1528E-12	1533E-13	1538E-14	1543E-15	1548E-16	1553E-17	1558E-18	1563E-19	1568E-20	1573E-21	1578E-22	1583E-23	1588E-24	1593E-25	1598E-26	1603E-27	1608E-28	1613E-29	1618E-30	1623E-31	1628E-32	1633E-33	1638E-34	1643E-35	1648E-36	1653E-37	1658E-38	1663E-39	1668E-40	1673E-41	1678E-42	1683E-43	1688E-44	1693E-45	1698E-46	1703E-47	1708E-48	1713E-49	1718E-50	1723E-51	1728E-52	1733E-53	1738E-54	1743E-55	1748E-56	1753E-57	1758E-58	1763E-59	1768E-60	1773E-61	1778E-62	1783E-63	1788E-64	1793E-65	1798E-66	1803E-67	1808E-68	1813E-69	1818E-70	1823E-71	1828E-72	1833E-73	1838E-74	1843E-75	1848E-76	1853E-77	1858E-78	1863E-79	1868E-80	1873E-81	1878E-82	1883E-83	1888E-84	1893E-85	1898E-86	1903E-87	1908E-88	1913E-89	1918E-90	1923E-91	1928E-92	1933E-93	1938E-94	1943E-95	1948E-96	1953E-97	1958E-98	1963E-99	1968E-00	1973E-01	1978E-02	1983E-03	1988E-04	1993E-05	1998E-06	2003E-07	2008E-08	2013E-09	2018E-10	2023E-11	2028E-12	2033E-13	2038E-14	2043E-15	2048E-16	2053E-17	2058E-18	2063E-19	2068E-20	2073E-21	2078E-22	2083E-23	2088E-24	2093E-25	2098E-26	2103E-27	2108E-28	2113E-29	2118E-30	2123E-31	2128E-32	2133E-33	2138E-34	2143E-35	2148E-36	2153E-37	2158E-38	2163E-39	2168E-40	2173E-41	2178E-42	2183E-43	2188E-44	2193E-45	2198E-46	2203E-47	2208E-48	2213E-49	2218E-50	2223E-51	2228E-52	2233E-53	2238E-54	2243E-55	2248E-56	2253E-57	2258E-58	2263E-59	2268E-60	2273E-61	2278E-62	2283E-63	2288E-64	2293E-65	2298E-66	2303E-67	2308E-68	2313E-69	2318E-70	2323E-71	2328E-72	2333E-73	2338E-74	2343E-75	2348E-76	2353E-77	2358E-78	2363E-79	2368E-80	2373E-81	2378E-82	2383E-83	2388E-84	2393E-85	2398E-86	2403E-87	2408E-88	2413E-89	2418E-90	2423E-91	2428E-92	2433E-93	2438E-94	2443E-95	2448E-96	2453E-97	2458E-98	2463E-99	2468E-00	2473E-01	2478E-02	2483E-03	2488E-04	2493E-05	2498E-06	2503E-07	2508E-08	2513E-09	2518E-10	2523E-11	2528E-12	2533E-13	2538E-14	2543E-15	2548E-16	2553E-17	2558E-18	2563E-19	2568E-20	2573E-21	2578E-22	2583E-23	2588E-24	2593E-25	2598E-26	2603E-27	2608E-28	2613E-29	2618E-30	2623E-31	2628E-32	2633E-33	2638E-34	2643E-35	2648E-36	2653E-37	2658E-38	2663E-39	2668E-40	2673E-41	2678E-42	2683E-43	2688E-44	2693E-45	2698E-46	2703E-47	2708E-48	2713E-49	2718E-50	2723E-51	2728E-52	2733E-53	2738E-54	2743E-55	2748E-56	2753E-57	2758E-58	2763E-59	2768E-60	2773E-61	2778E-62	2783E-63	2788E-64	2793E-65	2798E-66	2803E-67	2808E-68	2813E-69	2818E-70	2823E-71	2828E-72	2833E-73	2838E-74	2843E-75	2848E-76	2853E-77	2858E-78	2863E-79	2868E-80	2873E-81	2878E-82	2883E-83	2888E-84	2893E-85	2898E-86	2903E-87	2908E-88	2913E-89	2918E-90	2923E-91	2928E-92	2933E-93	2938E-94	2943E-95	2948E-96	2953E-97	2958E-98	2963E-99	2968E-00	2973E-01	2978E-02	2983E-03	2988E-04	2993E-05	2998E-06	3003E-07	3008E-08	3013E-09	3018E-10	3023E-11	3028E-12	3033E-13	3038E-14	3043E-15	3048E-16	3053E-17	3058E-18	3063E-19	3068E-20	3073E-21	3078E-22	3083E-23	3088E-24	3093E-25	3098E-26	3103E-27	3108E-28	3113E-29	3118E-30	3123E-31	3128E-32	3133E-33	3138E-34	3143E-35	3148E-36	3153E-37	3158E-38	3163E-39	3168E-40	3173E-41	3178E-42	3183E-43	3188E-44	3193E-45	3198E-46	3203E-47	3208E-48	3213E-49	3218E-50	3223E-51	3228E-52	3233E-53	3238E-54	3243E-55	3248E-56	3253E-57	3258E-58	3263E-59	3268E-60	3273E-61	3278E-62	3283E-63	3288E-64	3293E-65	3298E-66	3303E-67	3308E-68	3313E-69	3318E-70	3323E-71	3328E-72	3333E-73	3338E-74	3343E-75	3348E-76	3353E-77	3358E-78	3363E-79	3368E-80	3373E-81	3378E-82	3383E-83	3388E-84	3393E-85	3398E-86	3403E-87	3408E-88	3413E-89	3418E-90	3423E-91	3428E-92	3433E-93	3438E-94	3443E-95	3448E-96	3453E-97	3458E-98	3463E-99	3468E-00	3473E-01	3478E-02	3483E-03	3488E-04	3493E-05	3498E-06	3503E-07	3508E-08	3513E-09	3518E-10	3523E-11	3528E-12	3533E-13	3538E-14	3543E-15	3548E-16	3553E-17	3558E-18	3563E-19	3568E-20	3573E-21	3578E-22	3583E-23	3588E-24	3593E-25	3598E-26	3603E-27	3608E-28	3613E-29	3618E-30	3623E-31	3628E-32	3633E-33	3638E-34	3643E-35	3648E-36	3653E-37	3658E-38	3663E-39	3668E-40	3673E-41	3678E-42	3683E-43	3688E-44	3693E-45	3698E-46	3703E-47	3708E-48	3713E-49	3718E-50	3723E-51	3728E-52	3733E-53	3738E-54	3743E-55	3748E-56	3753E-57	3758E-58	3763E-59	3768E-60	3773E-61	3778E-62	3783E-63	3788E-64	3793E-65	3798E-66	3803E-67	3808E-68	3813E-69	3818E-70	3823E-71	3828E-72	3833E-73	3838E-74	3843E-75	3848E-76	3853E-77	3858E-78	3863E-79	3868E-80	3873E-81	3878E-82	3883E-83	3888E-84	3893E-85	3898E-86	3903E-87	3908E-88	3913E-89	3918E-90	3923E-91	3928E-92	3933E-93	3938E-94	3943E-95	3948E-96	3953E-97	3958E-98	3963E-99	3968E-00	3973E-01	3978E-02	3983E-03	3988E-04	3993E-05	3998E-06	4003E-07	4008E-08	4013E-09	4018E-10	4023E-11	4028E-12	4033E-13	4038E-14	4043E-15	4048E-16	4053E-17	4058E-18	4063E-19	4068E-20	4073E-21	4078E-22	4083E-23	4088E-24	4093E-25	4098E-26	4103E-27	4108E-28	4113E-29	4118E-30	4123E-31	4128E-32	4133E-33	4138E-34	4143E-35	4148E-36	4153E-37	4158E-38	4163E-39	4168E-40	4173E-41	4178E-42	4183E-43	4188E-44	4193E-45	4198E-46	4203E-47	4208E-48	4213E-49	4218E-50	4223E-51	4228E-52	4233E-53	4238E-54	4243E-55	4248E-56	4253E-57	4258E-58	4263E-59	4268E-60	4273E-61	4278E-62	4283E-63	4288E-64	4293E-65	4298E-66	4303E-67	4308E-68	4313E-69	4318E-70	4323E-71	4328E-72	4333E-73	4338E-74	4343E-75	4348E-76	4353E-77	4358E-78	4363E-79	4368E-80	4373E-81	4378E-82	4383E-83	4388E-84	4393E-85	4398E-86	4403E-87	4408E-88	4413E-89	4418E-90	4423E-91	4428E-92	4433E-93	4438E-94	4443E-95	4448E-96	4453E-97	4458E-98	4463E-99	4468E-00	4473E-01	4478E-02	4483E-03	4488E-04	4493E-05	4498E-06	4503E-07	4508E-08	4513E-09	4518E-10	4523E-11	4528E-12	4533E-13	4538E-14	4543E-15	4548E-16	4553E-17	4558E-18	4563E-19	4568E-20	4573E-21	4578E-22	4583E-23	4588E-24	4593E-25	4598E-26	4603E-27	4608E-28	4613E-29	4618E-30	4623E-31	4628E-32	4633E-33	4638E-34	4643E-35	4648E-36	4653E-37	4658E-38	4663E-39	4668E-40	4673E-41	4678E-42	4683E-43	4688E-44	4693E-45	4698E-46	4703E-47	4708E-48	4713E-49	4718E-50	4723E-51	4728E-52	4733E-53	4738E-54	4743E-55	4748E-56	4753E-57	4758E-58	4763E-59	4768E-60	4773E-61	4778E-62	4783E-63	4788E-64	4793E-65	4798E-66	4803E-67	4808E-68	4813E-69	4818E-70	4823E-71	4828E-72	4833E-73	4838E-74	4843E-75	4848E-76	4853E-77	4858E-78	4863E-79	4868E-80	4873E-81	4878E-82	4883E-83	4888E-84	4893E-85	4898E-86	4903E-87</
------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	------------

[illegible]

Bilaga 5

Inventeringsmatris: Enkelrör DN100 grönområde

[illegible]

[illegible]

Bilaga 6

Inventeringsmatris: Enkelrör DN100 gatumiljö

transverse maps. Laying of thingleps DW100 (street: Gate to gate)
 indicated for a reference flow of 100 dm in Filled plot branch

Entity	2015-01	2015-02	2015-03	2015-04	2015-05	2015-06	2015-07	2015-08	2015-09	2015-10	2015-11	2015-12	2016-01	2016-02	2016-03	2016-04	2016-05	2016-06	2016-07	2016-08	2016-09	2016-10	2016-11	2016-12	2017-01	2017-02	2017-03	2017-04	2017-05	2017-06	2017-07	2017-08	2017-09	2017-10	2017-11	2017-12	2018-01	2018-02	2018-03	2018-04	2018-05	2018-06	2018-07	2018-08	2018-09	2018-10	2018-11	2018-12	2019-01	2019-02	2019-03	2019-04	2019-05	2019-06	2019-07	2019-08	2019-09	2019-10	2019-11	2019-12	2020-01	2020-02	2020-03	2020-04	2020-05	2020-06	2020-07	2020-08	2020-09	2020-10	2020-11	2020-12	2021-01	2021-02	2021-03	2021-04	2021-05	2021-06	2021-07	2021-08	2021-09	2021-10	2021-11	2021-12	2022-01	2022-02	2022-03	2022-04	2022-05	2022-06	2022-07	2022-08	2022-09	2022-10	2022-11	2022-12	2023-01	2023-02	2023-03	2023-04	2023-05	2023-06	2023-07	2023-08	2023-09	2023-10	2023-11	2023-12	2024-01	2024-02	2024-03	2024-04	2024-05	2024-06	2024-07	2024-08	2024-09	2024-10	2024-11	2024-12	2025-01	2025-02	2025-03	2025-04	2025-05	2025-06	2025-07	2025-08	2025-09	2025-10	2025-11	2025-12	2026-01	2026-02	2026-03	2026-04	2026-05	2026-06	2026-07	2026-08	2026-09	2026-10	2026-11	2026-12	2027-01	2027-02	2027-03	2027-04	2027-05	2027-06	2027-07	2027-08	2027-09	2027-10	2027-11	2027-12	2028-01	2028-02	2028-03	2028-04	2028-05	2028-06	2028-07	2028-08	2028-09	2028-10	2028-11	2028-12	2029-01	2029-02	2029-03	2029-04	2029-05	2029-06	2029-07	2029-08	2029-09	2029-10	2029-11	2029-12	2030-01	2030-02	2030-03	2030-04	2030-05	2030-06	2030-07	2030-08	2030-09	2030-10	2030-11	2030-12	2031-01	2031-02	2031-03	2031-04	2031-05	2031-06	2031-07	2031-08	2031-09	2031-10	2031-11	2031-12	2032-01	2032-02	2032-03	2032-04	2032-05	2032-06	2032-07	2032-08	2032-09	2032-10	2032-11	2032-12	2033-01	2033-02	2033-03	2033-04	2033-05	2033-06	2033-07	2033-08	2033-09	2033-10	2033-11	2033-12	2034-01	2034-02	2034-03	2034-04	2034-05	2034-06	2034-07	2034-08	2034-09	2034-10	2034-11	2034-12	2035-01	2035-02	2035-03	2035-04	2035-05	2035-06	2035-07	2035-08	2035-09	2035-10	2035-11	2035-12	2036-01	2036-02	2036-03	2036-04	2036-05	2036-06	2036-07	2036-08	2036-09	2036-10	2036-11	2036-12	2037-01	2037-02	2037-03	2037-04	2037-05	2037-06	2037-07	2037-08	2037-09	2037-10	2037-11	2037-12	2038-01	2038-02	2038-03	2038-04	2038-05	2038-06	2038-07	2038-08	2038-09	2038-10	2038-11	2038-12	2039-01	2039-02	2039-03	2039-04	2039-05	2039-06	2039-07	2039-08	2039-09	2039-10	2039-11	2039-12	2040-01	2040-02	2040-03	2040-04	2040-05	2040-06	2040-07	2040-08	2040-09	2040-10	2040-11	2040-12	2041-01	2041-02	2041-03	2041-04	2041-05	2041-06	2041-07	2041-08	2041-09	2041-10	2041-11	2041-12	2042-01	2042-02	2042-03	2042-04	2042-05	2042-06	2042-07	2042-08	2042-09	2042-10	2042-11	2042-12	2043-01	2043-02	2043-03	2043-04	2043-05	2043-06	2043-07	2043-08	2043-09	2043-10	2043-11	2043-12	2044-01	2044-02	2044-03	2044-04	2044-05	2044-06	2044-07	2044-08	2044-09	2044-10	2044-11	2044-12	2045-01	2045-02	2045-03	2045-04	2045-05	2045-06	2045-07	2045-08	2045-09	2045-10	2045-11	2045-12	2046-01	2046-02	2046-03	2046-04	2046-05	2046-06	2046-07	2046-08	2046-09	2046-10	2046-11	2046-12	2047-01	2047-02	2047-03	2047-04	2047-05	2047-06	2047-07	2047-08	2047-09	2047-10	2047-11	2047-12	2048-01	2048-02	2048-03	2048-04	2048-05	2048-06	2048-07	2048-08	2048-09	2048-10	2048-11	2048-12	2049-01	2049-02	2049-03	2049-04	2049-05	2049-06	2049-07	2049-08	2049-09	2049-10	2049-11	2049-12	2050-01	2050-02	2050-03	2050-04	2050-05	2050-06	2050-07	2050-08	2050-09	2050-10	2050-11	2050-12	2051-01	2051-02	2051-03	2051-04	2051-05	2051-06	2051-07	2051-08	2051-09	2051-10	2051-11	2051-12	2052-01	2052-02	2052-03	2052-04	2052-05	2052-06	2052-07	2052-08	2052-09	2052-10	2052-11	2052-12	2053-01	2053-02	2053-03	2053-04	2053-05	2053-06	2053-07	2053-08	2053-09	2053-10	2053-11	2053-12	2054-01	2054-02	2054-03	2054-04	2054-05	2054-06	2054-07	2054-08	2054-09	2054-10	2054-11	2054-12	2055-01	2055-02	2055-03	2055-04	2055-05	2055-06	2055-07	2055-08	2055-09	2055-10	2055-11	2055-12	2056-01	2056-02	2056-03	2056-04	2056-05	2056-06	2056-07	2056-08	2056-09	2056-10	2056-11	2056-12	2057-01	2057-02	2057-03	2057-04	2057-05	2057-06	2057-07	2057-08	2057-09	2057-10	2057-11	2057-12	2058-01	2058-02	2058-03	2058-04	2058-05	2058-06	2058-07	2058-08	2058-09	2058-10	2058-11	2058-12	2059-01	2059-02	2059-03	2059-04	2059-05	2059-06	2059-07	2059-08	2059-09	2059-10	2059-11	2059-12	2060-01	2060-02	2060-03	2060-04	2060-05	2060-06	2060-07	2060-08	2060-09	2060-10	2060-11	2060-12	2061-01	2061-02	2061-03	2061-04	2061-05	2061-06	2061-07	2061-08	2061-09	2061-10	2061-11	2061-12	2062-01	2062-02	2062-03	2062-04	2062-05	2062-06	2062-07	2062-08	2062-09	2062-10	2062-11	2062-12	2063-01	2063-02	2063-03	2063-04	2063-05	2063-06	2063-07	2063-08	2063-09	2063-10	2063-11	2063-12	2064-01	2064-02	2064-03	2064-04	2064-05	2064-06	2064-07	2064-08	2064-09	2064-10	2064-11	2064-12	2065-01	2065-02	2065-03	2065-04	2065-05	2065-06	2065-07	2065-08	2065-09	2065-10	2065-11	2065-12	2066-01	2066-02	2066-03	2066-04	2066-05	2066-06	2066-07	2066-08	2066-09	2066-10	2066-11	2066-12	2067-01	2067-02	2067-03	2067-04	2067-05	2067-06	2067-07	2067-08	2067-09	2067-10	2067-11	2067-12	2068-01	2068-02	2068-03	2068-04	2068-05	2068-06	2068-07	2068-08	2068-09	2068-10	2068-11	2068-12	2069-01	2069-02	2069-03	2069-04	2069-05	2069-06	2069-07	2069-08	2069-09	2069-10	2069-11	2069-12	2070-01	2070-02	2070-03	2070-04	2070-05	2070-06	2070-07	2070-08	2070-09	2070-10	2070-11	2070-12	2071-01	2071-02	2071-03	2071-04	2071-05	2071-06	2071-07	2071-08	2071-09	2071-10	2071-11	2071-12	2072-01	2072-02	2072-03	2072-04	2072-05	2072-06	2072-07	2072-08	2072-09	2072-10	2072-11	2072-12	2073-01	2073-02	2073-03	2073-04	2073-05	2073-06	2073-07	2073-08	2073-09	2073-10	2073-11	2073-12	2074-01	2074-02	2074-03	2074-04	2074-05	2074-06	2074-07	2074-08	2074-09	2074-10	2074-11	2074-12	2075-01	2075-02	2075-03	2075-04	2075-05	2075-06	2075-07	2075-08	2075-09	2075-10	2075-11	2075-12	2076-01	2076-02	2076-03	2076-04	2076-05	2076-06	2076-07	2076-08	2076-09	2076-10	2076-11	2076-12	2077-01	2077-02	2077-03	2077-04	2077-05	2077-06	2077-07	2077-08	2077-09	2077-10	2077-11	2077-12	2078-01	2078-02	2078-03	2078-04	2078-05	2078-06	2078-07	2078-08	2078-09	2078-10	2078-11	2078-12	2079-01	2079-02	2079-03	2079-04	2079-05	2079-06	2079-07	2079-08	2079-09	2079-10	2079-11	2079-12	2080-01	2080-02	2080-03	2080-04	2080-05	2080-06	2080-07	2080-08	2080-09	2080-10	2080-11	2080-12	2081-01	2081-02	2081-03	2081-04	2081-05	2081-06	2081-07	2081-08	2081-09	2081-10	2081-11	2081-12	2082-01	2082-02	2082-03	2082-04	2082-05	2082-06	2082-07	2082-08	2082-09	2082-10	2082-11	2082-12	2083-01	2083-02	2083-03	2083-04	2083-05	2083-06	2083-07	2083-08	2083-09	2083-10	2083-11	2083-12	2084-01	2084-02	2084-03	2084-04	2084-05	2084-06	2084-07	2084-08	2084-09	2084-10	2084-11	2084-12	2085-01	2085-02	2085-03	2085-04	2085-05	2085-06	2085-07	2085-08	2085-09	2085-10	2085-11	2085-12	2086-01	2086-02	2086-03	2086-04	2086-05	2086-06	2086-07	2086-08	2086-09	2086-10	2086-11	2086-12	2087-01	2087-02	2087-03	2087-04	2087-05	2087-06	2087-07	2087-08	2087-09	2087-10	2087-11	2087-12	2088-01	2088-02	2088-03	2088-04	2088-05	2088-06	2088-07	2088-08	2088-09	2088-10	2088-11	2088-12	2089-01	2089-02	2089-03	2089-04	2089-05	2089-06	2089-07	2089-08	2089-09	2089-10	2089-11	2089-12	2090-01	2090-02	2090-03	2090-04	2090-05	2090-06	2090-07	2090-08	2090-09	2090-10	2090-11	2090-12	2091-01	2091-02	2091-03	2091-04	2091-05	2091-06	2091-07	2091-08	2091-09	2091-10	2091-11	2091-12	2092-01	2092-02	2092-03	2092-04	2092-05	2092-06	2092-07	2092-08	2092-09	2092-10	2092-11	2092-12	2093-01	2093-02	2093-03	2093-04	2093-05	2093-06	2093-07	2093-08	2093-09	2093-10	2093-11	2093-12	2094-01	2094-02	2094-03	2094-04	2094-05	2094-06	2094-07	2094-08	2094-09	2094-10	2094-11	2094-12	2095-01	2095-02	2095-03	2095-04	2095-05	2095-06	2095-07	2095-08	2095-09	2095-10	2095-11	2095-12	2096-01	2096-02	2096-03	2096-04	2096-05	2096-06	2096-07	2096-08	2096-09	2096-10	2096-11	2096-12	2097-01	2097-02	2097-03	2097-04	2097-05	2097-06	2097-07	2097-08	2097-09	2097-10	2097-11	2097-12	2098-01	2098-02	2098-03	2098-04	2098-05	2098-06	2098-07	2098-08	2098-09	2098-10	2098-11	2098-12	2099-01	2099-02	2099-03	2099-04	2099-05	2099-06	2099-07	2099-08	2099-09	2099-10	2099-11	2099-12	2100-01	2100-02	2100-03	2100-04	2100-05	2100-06	2100-07	2100-08	2100-09	2100-10	2100-11	
--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--

[illegible]

[illegible]

Bilaga 7

Inventeringsmatris: Enkelrör DN500 grönområde

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Bilaga 8

Inventeringsmatris: Enkelrör DN500 gatumiljö

Inventory matrix: Layings of *Stingia picea* (straw): Data to give calculated for a reference flock of 100.0 m of filled place (march)

Calculated for a uniform flow of 100.0 m of filled pipe trench

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Rapportförteckning

Samtliga rapporter kan beställas hos Fjärrvärmeföreningens Förlagsservice.
Telefon: 026 - 24 90 00, Telefax: 026 - 24 90 10

Nr	Titel	Författare	Publicerad
FORSKNING OCH UTVECKLING - RAPPORTER			
1	Inventering av skador på befintliga skarvar med CFC-blästa respektive CFC-fria fogskum	Hans Torstensson	maj-96
2	Tryckväxlare - Status hösten 1995	Bror-Arne Gustafson Lena Olsson	maj-96
3	Bevakning av internationell fjärrvärmeforskning	Sture Andersson Gunnar Nilsson	maj-96
4	Epoxirelining av fjärrvärmerör	Jarl Nilsson	sep-96
5	Effektivisering av konventionella fjärrvärmecentraler (abonnentcentraler)	Lena Råberger Håkan Wallethun	okt-96
6	Auktorisation av montörer för montage av skarvhylsor och isolering Formär och utvärdering	Lars-Åke Cronholm	okt-96
7	Direkt markförlagda böjar i fjärrvärmeledningar	Jan Molin Gunnar Bergström	dec-96
8	Medierör av plast i fjärrvärmesystem	Håkan Wallethun Heimo Zinko	dec-96
9	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisoler- ing av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	dec-96
10	Dynamiska värmelaster från fiktiva värmebehov	Sven Werner	mars-97
11	Torkning av tvätt i fastighetstvättstugor med fjärrvärme	H. Andersson J. Ahlgren	maj-99
12	Omgivningsförhållandenas betydelse vid val av strategi för ombyggnad och underhåll av fjärrvärmenät. Insamlingsfasen	Sture Andersson Jan Molin Carmen Petukos	dec-97
13	Svensk statlig fjärrvärmeforskning 1981-1996	Mikael Henriksson Sven Werner	dec-97
14	Korrosionsrisker vid användning av stål- och plaströr i fjärrvärmesys- tem - en litteraturstudie	Peter Tarkpea	dec-97
15	Värme- och masstransport i mantelrör till ledningar för fjärrkyla och fjärrvärme	Daniel Eriksson Bengt Sundén	dec-97
16	Utvärdering av fuktinträngning och gasdiffusion hos gamla kulvertör "Hising-Backa"	Ulf Jarfelt	dec-97
17	Kulvertförläggning med befintliga massor	Jan Molin Gunnar Bergström Stefan Nilsson	dec-97
18	Värmeåtervinning och produktion av frikyla - två sätt att öka markna- den för fjärrvärmedrivna absorptionskylmaskiner	Peter Margen	dec-97
19	Projekt och Resultat 1994-1997	Anders Tvärne	mars-98

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
20	Analys av befintliga fjärrkylakunders kylbehov	Stefan Aronsson Per-Erik Nilsson	mars-98
21	Statusrapport Trycklösa Heltvattenackumulatorer	Mats Lindberg Leif Breitholtz	maj-98
22	Round Robin test av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ulf Jarfelt	maj-98
23	Mätvärdesinsamling från inspektionsbrunnar i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun	juni-98
24	Fjärrvärmerörens isolertekniska långtidsegenskaper	Ulf Jarfelt Olle Ramnäs	juni-98
25	Termisk undersökning av koppling av köldbärarkretsar till fjärrkylanät	Erik Jonson	juni-98
26	Reparation utan uppgrävning av skarvar på fjärrvärmerör	Jarl Nilsson Tommy Gudmundson	juni-98
27	Effektivisering av fjärrvärmecentraler – metodik, nyckeltal och användning av driftövervakningssystem	Håkan Walletun	apr-99
28	Fjärrkyla. Teknik och kunskapsläge 1998	Paul Westin	juli-98
29	Fjärrkyla – systemstudie	Martin Forsén Per-Åke Franck Mari Gustafsson Per-Erik Nilsson	juli-98
30	Nya material för fjärrvärmerör. Förstudie/litteraturstudie	Jan Ahlgren Linda Berlin Morgan Fröling Magdalena Svanström	dec-98
31	Optimalt val av värmemätarens flödesgivare	Janusz Wollerstrand	maj-99
32	Miljöanpassning/återanvändning av polyuretanisolerade fjärrvärmerör	Morgan Fröling	dec-98
33	Övervakning av fjärrvärmenät med fiberoptik	Marja Englund	maj-99
34	Undersökning av golvvärmsystem med PEX-rör	Lars Ehrlén	apr-99
35	Undersökning av funktionen hos tillsatser för fjärrvärmevatten	Tuija Kaunisto Leena Carpen	maj-99
36	Kartläggning av utvecklingsläget för ultraljudsflödesmätare	Jerker Delsing	nov-99
37	Förbättring av fjärrvärmecentraler med sekundärnät	Lennart Eriksson Håkan Walletun	maj-99
38	Ändgavlar på fjärrvärmerör	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	sept-99
39	Användning av lågtemperaturfjärrvärme	Lennart Eriksson Jochen Dahm Heimo Zinko	sept-99
40	Tätning av skarvar i fjärrvärmerör med hjälp av material som sväller i kontakt med vatten	Rolf Sjöblom Henrik Bjurström Lars-Åke Cronholm	nov-99

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
41	Underlag för riskbedömning och val av strategi för underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-99
42	Metoder att nå lägre returtemperatur med värmeväxlardimensionering och injusteringsmetoder. Tillämpning på två fastigheter i Borås.	Stefan Petersson	mars-00
43	Vidhäftning mellan PUR-isolering och medierör. Har blåstring av medieröret någon effekt?	Ulf Jarfelt	juni-00
44	Mindre lokala produktionscentraler för kyla med optimal värmeåtervinningsgrad i fjärrvärmesystemen	Peter Margen	juni-00
45	Fullskaleförsök med friktionsminskande additiv i Herning, Danmark	Flemming Hammer Martin Hellsten	feb-01
46	Nedbrytningen av syrereducerande medel i fjärrvärmenät	Henrik Bjurström	okt-00
47	Energimarknad i förändring Utveckling, aktörer och strategier	Fredrik Lagergren	nov-00
48	Strömförsörjning till värmemätare	Henrik Bjurström	nov-00
49	Tensider i fjärrkylennät - Förstudie	Marcus Lager	nov-00
50	Svensk sammanfattning av AGFWs slutrapport "Neuartige Wärmeverteilung"	Heimo Zinko	jan-01
51	Vattenläckage genom otät mantelrörsskarv	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	jan-01
52	Direktförlagda böjar i fjärrvärmeledningar Påkänningar och skadegränser	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	jan-01
53	Korrosionsmätningar i PEX-system i Landskrona och Enköping	Anders Thorén	feb-01
54	Sammanlagring och värmeförluster i närvärmenät	Jochen Dahm Jan-Olof Dalenbäck	feb-01
55	Tryckväxlare för fjärrkyla	Lars Eliasson	mars-01
56	Beslutsunderlag i svenska energiföretag	Peter Svahn	sept-01
57	Skarvtätning baserad på svällande material	Henrik Bjurström Pal Kalbantner Lars-Åke Cronholm	okt-01
58	Täthet hos skarvar vid återfyllning med befintliga massor	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	okt-01
59	Analys av trerörssystem för kombinerad distribution av fjärrvärme och fjärrkyla	Guaxiao Yao	dec-01
60	Miljöbelastning från läggning av fjärrvärmerör	Morgan Fröling Magdalena Svanström	jan-02

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
FORSKNING OCH UTVECKLING – ORIENTERING			
1	Fjärrkyla: Behov av forskning och utveckling	Sven Werner	jan-98
2	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för perioden 23/5 – 30/9 1996.	Lars Lindgren Conny Nikolaisen	jan-98
3	Symposium om Fjärrvärmeforskning på Ullinge Wärdshus i Eksjö kommun, 10-11 december 1996	Lennart Thörnqvist	jan-98
4	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för period 2. 1/1 – 31/12 1997.	Conny Nikolaisen	juli-98
5	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolerad ring av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	sept-99

Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB och Statens Energi-
myndighet bedriver forskningsprogram inom området fjärrvärme
hetvattenteknik och fjärrkyla.

SVENSKA FJÄRRVÄRMEFÖRENINGENS SERVICE AB

101 53 STOCKHOLM

Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr

Telefon 08 - 677 25 50, Telefax 08 - 677 25 55

Förlagsservice, beställning av trycksaker:

Telefon 026 - 24 90 00, Telefax 026 - 24 90 10