

**MOGELIJKHEDEN EN
BEPERKINGEN VAN
INTEGRALE LEIDINGEN
TUNNELS**

jan 95

Afstudeerwerk van Robert Stefess
Vakgroep Infrastructuur
Sectie Infrastructuurplanning

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	Blz. i
SAMENVATTING	ii
HOOFDSTUK 1 INLEIDING	
1.1 Aanleiding	2
1.2 Inleiding	3
1.2.1 Algemeen	3
1.2.2 Verantwoording inhoudsopgave	4
1.3 Probleembeschrijving	7
1.4 Probleemstelling	8
1.5 Doelstelling	9
HOOFDSTUK 2 INDELING VAN DE LEIDINGEN NAAR FUNCTIE EN TE TRANSPORTEREN MEDIUM	
2.1 Indeling van de leidingen naar functie	11
2.1.1 Algemeen	11
2.1.2 Distributieleidingen	11
2.1.3 Transportleidingen	12
2.1.4 Verhouding tussen leidingen en andere infrastructuur	12
2.2 Karakteristieken van de verschillende leidingsystemen	14
2.2.1 Algemeen	14
2.2.2 Riolering	14
2.2.3 Gasnet	15
2.2.4 Telecommunicatie	16
2.2.5 Elektriciteit	17
2.2.6 Waterleiding	18
2.2.7 Stadsverwarming	19
2.2.8 Centrale Antenne Installatie	20
HOOFDSTUK 3 VOLLE GROND SITUATIE	
3.1 Beheer van leidingen en ondergrond in Rotterdam	23
3.1.1 Algemeen	23
3.1.2 Leidingregistratie en beheer	23
3.1.3 Leidingbeheerders	26
3.2 Aanleg van leidingen in Rotterdam	28
3.2.1 Algemeen	28
3.2.2 Algemene eisen	28

3.2.3 Basisindeling	29
3.2.4 Afwijkende situaties	31
3.3 Kosten van leidingen in de grond	32
3.3.1 Mogelijke initiatoren en bijbehorende consequenties	32
3.3.2 Onderverdeling van de kosten	32
3.4 Conclusies en aannamen	37

HOOFDSTUK 4 ILT SITUATIE

4.1 Beschrijving van de gerealiseerde ILT's	39
4.1.1 Voorbeelden in het buitenland	39
4.1.2 Voorbeelden en studies in Nederland	42
4.2 Veiligheid van een ILT	46
4.2.1 Zekerheid van leverantie door de nutsvoorzieningen	46
4.2.2 Bepalen van het faalmechanisme van leidingen in een ILT	47
4.3 Ontwerp van een ILT	48
4.3.1 Algemeen	48
4.3.2 Eisen aan de omgeving	49
4.3.3 Afwegingen m.b.t. de ILT	50
4.3.4 Intern ontwerp van de ILT	55
4.3.5 Gedetailleerde invulling	65
4.4 Kosten van het ILT ontwerp	68
4.4.1 Kosten van aanleg	68
4.4.2 Jaarlijkse kosten	70
4.4.3 Periodieke kosten	72
4.5 Conclusies en aannamen	73

HOOFDSTUK 5 HET DRAAIBOEK EN DE FINANCIËLE CONSEQUENTIES

5.1 Draaiboek t.b.v. de Volle Grond Situatie	76
5.2 Draaiboek t.b.v. de ILT Situatie	78
5.3 Financiële consequenties van de Volle Grond Situatie	80
5.4 Financiële consequenties van de ILT Situatie	81
5.5 Gevoeligheidsanalyse	82
5.5.1 Overzicht van de resultaten	82
5.5.2 Verandering van de discontovoet	82
5.5.3 Verandering van de investeringen in de tijd	84
5.5.4 Conclusie	86
5.6 Maatschappelijke analyse	87
5.6.1 Algemeen	87
5.6.2 Bepaling van de maatschappelijke kosten	88
5.6.3 Conclusie	89

HOOFDSTUK 6 CONCLUSIES

6.1 Conclusie	91
6.2 Aanbevelingen	93
6.3 Nabeschuwing	94

HOOFDSTUK 7 BIJLAGEN

7.1 Literatuurlijst	97
7.2 Bijlagen	99

VOORWOORD

Dordrecht, 30 januari 1995.

Dit rapport is het eindresultaat van een periode van acht maanden waarin ik, in het kader van mijn afstudeerproject, gewerkt heb aan deze studie over Integrale Leiding Tunnels. De uiteindelijke invulling die aan dit onderwerp is gegeven is geheel anders dan de oorspronkelijke omschrijving.

De in deze maanden opgedane ervaringen zijn een belangrijke aanvulling op de aan de T.U. Delft opgedane kennis. Hoewel dit afstuderen niet altijd even soepel verliep wist de hoofdbegeleider met zijn stimulerende visie en adviezen ondergetekende altijd weer te motiveren.

Ik bedank hierbij ieder die aan dit afstuderen een aandeel heeft gehad:

prof. ir. Sanders, als hoofdbegeleider;
ir. van Eck en ir. Houben, voor de korte maar krachtige begeleiding;
Dhr. Reehorst, ir. de Groot en ir. Molenaar, voor de openheid van zaken;
Joost Manasse, voor het subliem verdienstelijk zijn als klankbord;
De Directie van Gebr. van Kessel, voor het verstrekken van motivatie en middelen;
Susanna, voor alle eenzame uurtjes.

Robert Stefess

SAMENVATTING

Mogelijkheden en beperkingen van Integrale Leiding Tunnels (ILT's)

Een ILT is een omhullende leiding die bij voorkeur zo groot is dat men erin kan ten behoeve van onderhoud. Er zijn in het verleden veel studies gedaan naar de technische aspecten van het bouwen van buisleidingtunnels voor kabels en leidingen. Deze studies werden overwegend met positief resultaat voor de ILT afgesloten.

Wat zijn de voor- en nadelen van zo'n ILT ?

Voordelen:

- de boven- en ondergrondse processen worden losgekoppeld (leidingen kunnen vervangen worden zonder te graven en bovengronds de dagelijkse activiteiten te verstoren);
- de ILT heeft bewezen veiliger te zijn dan leidingen in de volle grond;
- de leidingen liggen beschermd waardoor de levensduur toeneemt.

Nadelen:

- de extra kosten voor de ILT zijn hoog (minimaal f 10 miljoen per kilometer);
- men legt zich voor levensduur van de ILT - ongeveer honderd jaar - vast met betrekking tot capaciteit.

Ondanks alle positieve studies is men nooit overgegaan tot de realisatie van een ILT in het stedelijk in het stedelijk gebied. Terwijl de voordelen van het loskoppelen van boven- en ondergrondse processen in druk stedelijk gebied duidelijk zijn. In dit afstuderen worden de financiële kanten van de ILT belicht. Hierbij zijn de omstandigheden genomen die gelden in het stedelijk gebied van gemeente Rotterdam.

Over een tijdsperiode van honderd jaar is een situatie met leidingen in de volle grond en een situatie met een ILT vergeleken. Bij dit soort berekeningen wordt gewerkt met bedragen die ver in de toekomst liggen. Wanneer investeringsafwegingen op deze manier gemaakt worden, worden zowel kosten als baten in de toekomst als minder belangrijk ervaren. De hiervoor gebruikte rekenmethode wordt de Netto Contant Waarde (NCW) methode genoemd. De discontovoet is hierbij een belangrijke factor. In dit onderzoek wordt een discontovoet van 8% gehanteerd (gebaseerd op de kapitaalmarkt).

Welke kosten ontstaan bij het beheren van leidingen in de grond ?

Dit wordt uitgelegd aan de hand van twee voorbeelden.

- 1) Een leidingbeheerder wil een bepaalde leiding vernieuwen en Gemeente Werken gaan hiermee accoord. De leidingbeheerder moet nu een borg storten bij Gemeente Werken. Deze dient om de straat na enige tijd - als zetting is opgetreden - definitief dicht te straten. Deze borg wordt een retributieheffing genoemd.

Verder moet de leidingbeheerder alle kosten voor het vervangen van de leiding betalen, ook de kosten voor uitbreken en opnieuw aanbrengen van de bestrating. Gemeente Werken nemen dus geen kosten voor haar rekening omdat het initiatief bij de leidingbeheerders ligt.

- 2) Gemeente Werken gaan de weg vernieuwen (elke twintig jaar) en licht de leidingbeheerders in. Gemeente Werken betalen de kosten van het uitbreken, afvoeren en aanvoeren van stenen, fundatie en grond. Tevens draagt zij zorg voor het herstellen van de wegverharding en fundatie. De leidingbeheerder kiest nu of hij op dit moment zijn leiding vernieuwd of op een zelfgekozen tijdstip (wanneer de levensduur van de leiding verstreken is). Bij vernieuwing tegelijk met Gemeente Werken heeft de leidingbeheerder een kostenvoordeel. De kosten van vernieuwing op het zelf te bepalen tijdstip liggen in de toekomst en zullen dus contant gemaakt worden.

Welke kosten ontstaan bij het bouwen en beheren van leidingen in een ILT ?

Deze berekening is eenvoudiger dan de Volle Grond situatie omdat hierbij geen investeringsafwegingen gemaakt hoeven te worden op basis van de NCW-methode.

De kosten worden onderverdeeld naar tijdstip van uitgave.

- 1) Kosten op tijdstip 0; realisatie van de ILT inclusief installaties. De leidingbeheerder betaalt de kosten van het verwijderen van leidingen uit de grond en het leggen van de leidingen in de ILT.
- 2) Jaarlijkse kosten; de leidingbeheerder betaalt de kosten van inspectie en onderhoud aan de leidingen. Gemeente Werken betalen de kosten van energie, onderhoud, inspectie en van organisatie.
- 3) Kosten voor wegvernieuwing; dit zijn dezelfde kosten als in de volle grond situatie alleen worden deze nu om de vijfentwintig jaar gemaakt. De leidingbeheerder maakt hierbij geen kosten.

Naast bovenstaande kosten zullen in deze studie ook de maatschappelijke kosten in de vergelijking betrokken worden. Hieronder wordt verstaan de kosten van:

- omrijschaden;
- filevorming;
- geluidsoverlast ed.

In Engeland is op basis van een nieuwe wet, Road and Street Works Act 1991, meer invloed gegeven aan de lokale autoriteiten met betrekking tot het goedkeuren en het verrichten van werkzaamheden aan de weg. Ook kunnen, wanneer bepaalde werkzaamheden niet binnen redelijke tijdsduur zijn afgerond, de autoriteiten een vergoeding vragen voor het ruimtebeslag. Deze methode staat bekend als "Highway Rental". Hierbij wordt een huurprijs voor een m² snelweg berekend. De hoogte van deze huurprijs wordt vastgesteld aan de hand van een aantal omgevingsfactoren. Zodoende betalen de leidingbeheerders de maatschappelijke kosten die de overschrijding van de bouwtijd oplevert.

Conclusie

De hieruit voortkomende consequenties voor de ILT- en Volle Grond Situatie geven aan dat de ILT zeer weinig maatschappelijke voordelen heeft. Ofwel de

maatschappelijke voordelen van de ILT liggen allen in de toekomst en worden door de NCW methode laag gewaardeerd.

- De totale kosten voor Gemeente Werken stijgen met ongeveer f 10 miljoen en deze zien te weinig maatschappelijk nut om ondanks eigen nadeel toch de ILT te realiseren.
- De leidingbeheerders zullen geen aanzet geven voor het realiseren van de ILT omdat deze een minimaal kostenvoordeel hebben.

Deze studie verklaart waarom er geen ILT's zijn gerealiseerd. De kosten en baten berekent op basis van NCW geven duidelijk aan dat de ILT geen haalbaar alternatief is. De gegevens op basis van totaal geïnvesteerd vermogen geven aan dat onder andere omstandigheden de ILT mogelijkheden biedt.

HOOFDSTUK 1

INLEIDING

1.1 AANLEIDING

150 Jaar geleden woonden de mensen in Nederland in kleine woongemeenschappen. De steden en dorpen waren zelfstandige eenheden, waartussen weinig interactie bestond. De industrie was zeer bescheiden van omvang en er bestonden vrijwel geen ondergrondse leidingen. Het aantal inwoners in Nederland nam daarna toe en de industrie kwam op, terwijl binnen de woongemeenschappen de vraag naar verbindingen toenam. Er ontstonden lokale netwerken van gas, water, elektriciteit, riolering en telefoon. De industriële bedrijvigheid nam toe en de beheerder van de ondergrond en de leidingeigenaren deden hun intrede.

Wat is nu het verschil tussen de hierboven geschetste situatie en de huidige situatie?

- Meer mensen.
- Meer typen verbindingen.
- Meer vraag per type.
- Grotere af te leggen afstand per produkt.
- De bovenstaande punten gecombineerd met de schaars geworden ruimte.

De hierboven geschetste situatie geeft aan dat het zeer interessant is om een studie te verrichten naar de toepasbaarheid van Integrale Leiding Tunnels (ILT's) in de ondergrond.

Kabels en leidingen, die nu vrij in de grond liggen, kunnen in deze ILT worden ondergebracht. Het gevolg is dat de dichtheid van kabels en leidingen in de ondergrond afneemt.

Wanneer in dit rapport wordt gesproken over leidingen worden hieronder verstaan kabels en buisleidingen (opgebouwd uit stijve buiselementen), tenzij anders is omschreven.

De hierboven beschreven situatie waarbij leidingen in sleuven in de grond worden gelegd zal verder "leidingen in de volle grond" worden genoemd.

1.2 INLEIDING

1.2.1 Algemeen

Naast de redenen die zijn aangehaald zijn er nog enkele argumenten om leidingen in drukke gebieden anders te rangschikken in de ondergrond.

In bepaalde gebieden worden aan de bestrating hoge eisen gesteld. Met het gevolg dat er ook gekeken moet worden naar de fundering van het wegdek. Het Damrak in Amsterdam is zo'n voorbeeld. De normale norm, hoogtetolerantie 2 cm, gaf 4 cm hoogteverschillen; dit bleek onacceptabel. Een verscherping van de norm naar 1 cm hoogtetolerantie, met 2 cm hoogteverschillen, stelde zeer hoge eisen aan de fundering en maatvoering.

Bij herhaaldelijk openbreken en bestraten ontstaat een lappendeken waarbij men zeker niet aan de bovengestelde eis kan voldoen. De levensduur van het wegdek neemt hierdoor af en er ontstaan extra kosten voor wegonderhoud. {ir. J.G. van den Belt, 11}

In alle binnensteden zijn er tegenwoordig verkeerscirculatieplannen om de grote verkeersdrukte in goede banen te leiden. Kleine werkzaamheden, bijvoorbeeld het opbreken van wegen, leiden vaak tot ernstige stremmingen. Het geheel sluiten van een drukke verkeersweg is tegenwoordig bijna onmogelijk.

De eenvoudigste oplossing lijkt: het *voorkomen* van werkzaamheden aan het wegdek gedurende een aantal jaren. Sommige gemeenten hebben ook zulke bepalingen, maar het probleem is dat de diensten en bedrijven een leveringsplicht hebben. Hierdoor is vaak niet aan bovengenoemde bepaling te voldoen.

Een andere principe-oplossing is *coördinatie*. D.m.v. nauwe samenwerking tussen gemeente en nutsbedrijven kan men de activiteiten op elkaar afstemmen met als doel het aantal ingrepen te verkleinen. Het beheer, de consequenties van werk in uitvoering en de verschuldigde kosten aan de overheid verschillen per gemeente. Wegens de beperkte tijd zal alleen het functioneren bij gemeente Rotterdam worden beschreven.

Noodzakelijk is reeds in de *planning* meer aandacht te schenken aan het leggen en onderhouden van leidingen.

De ILT kan bovenstaande kwaliteiten verenigen. Hier volgt nu een omschrijving van wat bedoeld wordt met een Integrale Leiding Tunnel.

Er is sprake van een omhullende leiding die bij voorkeur zo groot is dat mensen erin kunnen t.b.v. onderhoud en inspectie. De bovengrondse processen zullen dan niet worden verstoord. Diverse leidingen die normaal "los" in de ondergrond worden gelegd worden in de ILT verzameld. Een dergelijke leidingtunnel moet voldoende veiligheid en bescherming bieden aan de omgeving maar ook aan

degenen die er in werken. Extra stagnatie van de te leveren produkten mag hierbij niet optreden. {NSTT/Klvi, 3}

In dit afstuderen zal specifiek worden gekeken naar de kostenaspecten van ILT's. Uit eerdere studies is gebleken dat het nodig is om ook de maatschappelijke kosten mee te laten wegen in de besluitvorming. Doet men dit niet dan is het moeilijk om een gefundeerde keuze te maken tussen leidingen in de volle grond en een ILT. {Klvi, 1980, 89}

Bij maatschappelijke kosten moet gedacht worden aan: verkorting van de levensduur van het wegdek, gederfde inkomsten bij winkeliers en stremming in het economische verkeer.

1.2.2 Verantwoording inhoudsopgave

In dit gedeelte zal worden besproken wat de rode draad is in dit afstudeerverslag. Op basis hiervan is ook de inhoudsopgave samengesteld. Zie hiervoor Figuur 1.2.2.

Probleemanalyse.

Hier wordt besproken wat de aanleiding is voor dit afstudeeronderzoek. De probleemstelling geeft in één zin weer wat het beschouwde probleem is. Deze luidt: "Omdat bij het afwegen van de voor- en nadelen van een ILT de investeringskosten teveel nadruk krijgen en de kostenbesparingen tijdens de levensduur van de ILT niet worden beschouwd bestaat hierover geen objectief beeld". De doelstelling van dit afstuderen is: "Het vergelijken van de kosten van een leidingpakket in de volle grond en in een ILT, daarbij in aanmerking nemend de levensduur van een ILT".

De ontbrekende gegevens tussen probleem- en doelstelling moeten ingevuld worden. De rest van dit schema geeft weer hoe deze gegevens ingevuld gaan worden. Hiermee wordt niet bedoeld dat dit de enige manier is om de doelstelling te verwezenlijken.

Beschrijving van de Leidingsystemen.

Hier wordt beschreven wat de mogelijk voorkomende leidingsystemen zijn. Enerzijds zullen de systemen gerangschikt worden naar functie en anderzijds naar opbouw en componenten. Er wordt hier niet gesproken over de diepteligging en andere situatiegebonden omstandigheden.

Beschrijving van de Volle Grond Situatie.

Hier wordt beschreven hoe leidingen in de grond *liggen* en *in stand worden gehouden*. Enkele zaken die daarbij aan de orde komen zijn.

- Beheer; door wie worden leidingen gelegd en hoe worden ze beheerd?
- Aanleg; hoe worden leidingen in de grond gelegd, hoe diep, wat gebeurt er bij kruisingen en wanneer worden ze vervangen?
- Registratie; wie doet dit en hoe?

- Kosten van leidingen in de grond; denk aan retributie- en precariokosten maar ook aan kosten voor het verwijderen en leggen van leidingen.

In deze beschrijving moeten dus voldoende gegevens worden verstrekt om aannamen en randvoorwaarden vast te stellen die als basis voor het draaiboek dienen.

Beschrijving ILT Situatie.

In de eerste plaats moet een inventarisatie worden gegeven van de gerealiseerde leidingtunnels in binnen- en buitenland.

Daarna moet vastgesteld worden welke problemen ontstaan wanneer leidingen in een ILT gelegd worden. Hieruit kunnen twee conclusies getrokken worden:

- het toe te laten leidingpakket;
- en de daarbij benodigde veiligheidssystemen.

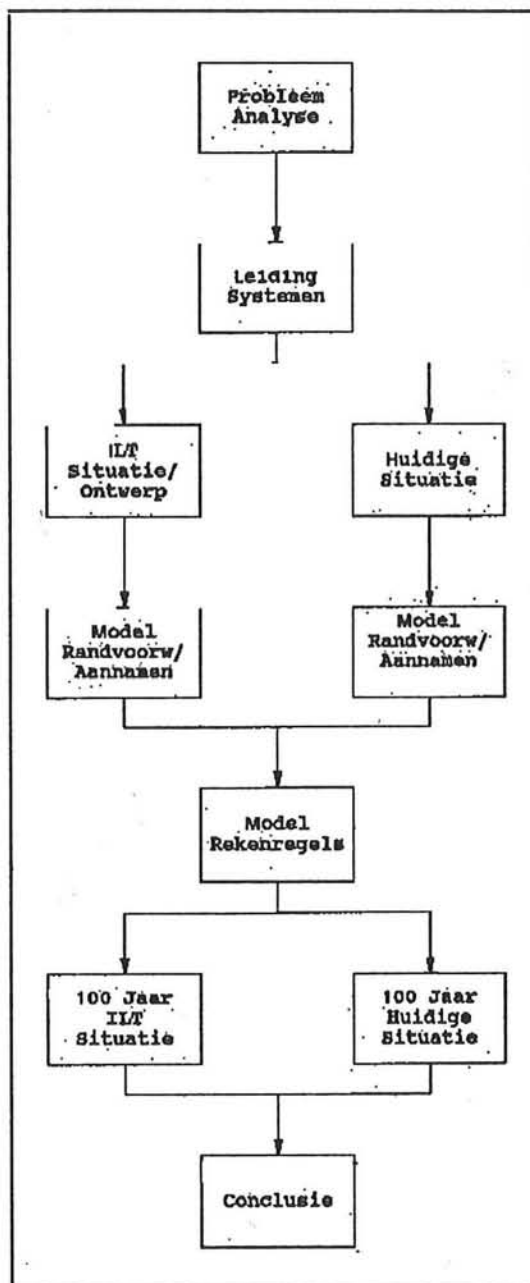
Aangezien er geregeld mensen in een ILT zijn, voor inspectie en werkzaamheden, moet een uitspraak worden gedaan over de veiligheid van een ILT met een pakket leidingen.

Nu moeten er voldoende gegevens voorhanden zijn om een ontwerp voor een ILT te kunnen maken.

Ook uit dit hoofdstuk volgen weer een aantal aannamen en randvoorwaarden die moeten worden meegenomen in het draaiboek.

Draaiboek / Rekenregels.

Op basis van de verschillende aannamen en randvoorwaarden die volgen uit de ILT- en Volle Grond Situatie kan een draaiboek worden geschreven. Dit beschrijft hoe de financiële afwegingen in de praktijk gemaakt worden.



Figuur 1.2.2

100 Jaar Volle Grond Situatie / 100 Jaar ILT Situatie.

De twee verschillende situaties worden gekwantificeerd, hieruit volgen de kosten voor Leidingbeheerders en Gemeente Werken.

Conclusie.

In dit hoofdstuk komen de volgende punten aan de orde:

- gevoeligheidsanalyse van de financiële resultaten;
- bepalen "hoeveel" maatschappelijk voordeel behaald is;
- conclusie op basis van de financiële resultaten.

Er wordt pas in dit stadium over maatschappelijke kosten gesproken zodat deze duidelijk gescheiden zijn van de technische kosten.

Aan de hand van de hier beschreven stappen, om van het probleem tot het doel te komen, is de inhoudsopgave vastgesteld.

1.3 PROBLEEMOMSCHRIJVING

In de Inleiding is beschreven dat er d.m.v. coördinatie van de werkzaamheden aan kabels en leidingen veel te verbeteren valt. In de meeste steden kan met coördineren veel bereikt worden.

Wanneer de drukte van het verkeer op de bovengrond afneemt of wanneer verkeershinder geen probleem is ontstaat een afnemend voordeel voor de ILT. Een groot voordeel is dat men de bovengrondse- en ondergrondse infrastructuur totaal los koppelt.

In dit afstudeerverslag zal de nadruk liggen op het kostenaspect. Een citaat van prof. ir. Wiggerts geeft aan dat dit terecht is.

"Kleine diameter tunnels zijn constructief-technisch mogelijk en planologisch in vele gevallen gewenst. Het grote struikelblok zal echter de bestuurlijk financiële politiek zijn." {prof.ir. Wiggerts, De Ingenieur, 413}

Prof. ir. Wiggerts heeft het hier over problemen met het voorfinancieren op lange termijn.

Ook in het geval van de 'nieuwe stad' Lelystad, waar men alleen maar hoefde te graven om een leidingtunnel aan te leggen, is het plan van de ILT vastgelopen op de voorfinanciering. Hiermee is geschetst dat het belangrijk is om meer inzicht te verschaffen in de kostenaspecten van een ILT. Uit enkele voorgaande studies is geconcludeerd dat het voordeel van de ILT m.b.t. de maatschappelijke kosten moeilijk te kwantificeren is en dat dit van vele invloedsfactoren afhangt. {ir. J.G. Voorhoeve, 3} In dit afstuderen zal daarop verder worden ingegaan.

D.m.v. een model kan meer inzicht worden verschaft in het maatschappelijke kostenaspect. De overheid zal eerder besluiten het voortouw te nemen in de financiering wanneer duidelijk is dat het algemeen belang hiermee gediend wordt.

Twee situaties zullen met elkaar vergeleken worden:

- de ILT-situatie;
- gecoördineerde werkzaamheden aan leidingen in volle grond bij gemeente Rotterdam.

1.4 PROBLEEMSTELLING

Omdat bij het afwegen van de voor- en nadelen van een ILT de investeringskosten teveel nadruk krijgen en de kostenbesparingen tijdens de levensduur van de ILT niet worden beschouwd bestaat hierover geen objectief beeld.

1.5 DOELSTELLING

Het vergelijken van de kosten van een leidingpakket in de volle grond en in een ILT, daarbij in aanmerking nemend de levensduur van een ILT.

Subdoelstellingen

- Wanneer blijkt dat de ILT een goedkoper alternatief is dan leidingen in de Volle Grond kan de studie als afgerond worden beschouwd.
- In het geval dat de ILT duurder is (met de randvoorwaarden van het Rotterdamse), moet beschouwd worden waarom onder andere omstandigheden (bijvoorbeeld in het buitenland) wel ILT's worden gerealiseerd en wanneer deze mogelijkheden in Nederland ontstaan.

HOOFDSTUK 2

INDELING VAN DE LEIDINGEN NAAR FUNCTIE EN TE TRANSPORTEREN MEDIUM

2.1 INDELING VAN LEIDINGEN NAAR FUNCTIE

2.1.1 Algemeen

Voordat onderzoek wordt gedaan naar het ondergrondse transport is het nodig dit te ordenen. Er zijn verschillen in soort en capaciteit. Ook kan een rangschikking gegeven worden aan de hand van de te transporteren media. Dit hoofdstuk en hoofdstuk 2.2 geven deze twee mogelijke indelingen van de ondergrondse leidingsystemen weer. De eerste is naar *functie* en de tweede naar te *transporteren medium*.

De indeling naar functie zal bestaan uit transport- en distributieleidingen. Het transportnet verplaatst het medium van winplaats (of hoofdstation) naar de omgeving waar het gebruikt wordt. Het distributienet verdeelt het daar weer verder over de verschillende gebruikers.

Deze indeling is hoofdzakelijk geldig voor stedelijk gebied. Landelijke gebieden hebben in het algemeen een andere structuur.

2.1.2 Distributieleidingen

Distributienetten zijn onlosmakelijk verbonden met de bebouwing. Hoe groter de bebouwingsdichtheid des te fijnmaziger het distributie netwerk wordt. Bij wijzigingen in de bebouwing volgen dan ook wijzigingen in het distributie netwerk.

Op dwarsprofielen zijn de huisaansluitingen vaak niet aangegeven terwijl deze de meeste problemen geven.

Drie punten verdienen hierbij de aandacht:

- het kruisen met andere leidingen;
- de bereikbaarheid bij storing;
- verbinding tussen star object (bebouwing) en aan zetting onderhevig object (leiding onder bestrating op zettingsgevoelige ondergrond).

Enkele algemene punten:

- distributieleidingen zijn dicht bij de bebouwing gelegen;
- de distributieleidingen zijn vaak in ringleidingen om de woningblokken gelegd;
- de ringleiding heeft meestal meerdere voedingspunten zodat de huisaansluitingen bij een enkele storing meestal gewoon gevoed blijven;
- de huisaansluitingen hebben vaak afsluitmogelijkheden die eenvoudig te bereiken zijn;
- er zijn ook systemen mogelijk waarbij de ringleiding één aftakking heeft die verschillende huisaansluitingen voedt.

Enkele specifieke punten:

Riolering:- er bestaan verschillende rioolsystemen waarbij men afvalwater en rioolwater gezamenlijk (gemengd riool) of afzonderlijk (gescheiden riool) vervoerd en inzamelt, het gemengde systeem komt verreweg het meeste voor;

- de riolering ligt meestal in de rijweg, vaak zijn de huisaansluitingen aangesloten op een vrij verval riool en is er een bepaald verhang.

Gasnet:

- gas in de distributieleidingen moet vaak een bepaalde temperatuur hebben i.v.m. de energiewaarde per m³.

Telecommunicatie:

- vaak wordt deze gevoed vanuit een wijkcentrale die ook weer d.m.v. ringleidingen de huisaansluitingen verzorgt.

2.1.3 Transportleidingen

Het transportnet kent vaak grotere vermogens, hogere drukken en grote diameters. Wanneer deze leidingen eenmaal gelegd zijn, behoeven ze alleen onderhouden te worden. Ze leveren dus niet veel ondergrondse coördinatie-problemen op. Alleen wanneer ze vernieuwd worden komen de bovengrond en de distributieleidingen, die hier meestal ver boven liggen, in het geding.

Enkele algemene punten:

- deze leidingen zijn vaak van duurzamer materiaal en hebben een lange levensduur;
- ze verzorgen meestal het vervoer naar stations vanwaar de distributieleidingen verder lopen richting huisaansluiting.

Enkele specifieke punten:

Riolering:

- rioolpersleidingen hebben geen verhang, maar er zijn ook riooltransportleidingen die wel een verval hebben; deze liggen vaak wel 1,5 à 5 meter onder het maaiveld.

Elektriciteit:

- er bestaat hier een landelijk koppelnet t.b.v. de centrales; deze zijn echter meestal bovengronds;
- hoogspanningskabels hebben meestal een hoge temperatuur (kern 90°C en mantel 20°C).

2.1.4 Verhouding tussen leidingen en andere infrastructuur

Men zou verwachten dat de functies van leiding- en verkeerssystemen met elkaar vergelijkbaar zijn. D.w.z. langs hoofdwegen bevinden zich hoofdzakelijk transportleidingen en in stedelijk gebied liggen de distributieleidingen. Er zijn echter enkele factoren die wat dit betreft verstorend werken. Voor het vervolg van dit verslag is het interessant om deze op te sommen:

- Terreingesteldheid.

Bijvoorbeeld het riool wordt op grote diepte aangelegd. Soms kan het voordeliger zijn om een transportriool wegens de hoge aanlegkosten per meter zo kort mogelijk aan te leggen. Dit kan wel eens dwars door een woonwijk zijn.

- Lokatie van de centra van de leidingsystemen.

Telefooncentrales worden vaak geplaatst in gebieden met een grote dichtheid van aansluitingen. Hierdoor komt het voor dat verbindingen tussen de verschillende centrales door het stedelijke gebied lopen.

- Historische situatie.

In bestaand stedelijk gebied heeft men te maken met een historisch gegroeide situatie. Na vele infrastructurele aanpassingen heeft de orde van grootte van de wegen dan ook weinig meer te maken met de leidingfunctie.

{Stichting Beroepsopleiding Weg- en Waterbouw, 8 ev.}

2.2 KARAKTERISTIEKEN VAN DE VERSCHILLENDE LEIDINGSYSTEMEMEN

2.2.1 Algemeen

In het voorgaande hoofdstuk is beschreven dat er een inventarisatie moet worden gegeven van de leidingen naar het te transporteren medium.

Per gemeente zijn er verschillen in leidingbeheerders daarom zal m.b.t. beheer een specifiek situatie worden beschreven in hoofdstuk 3.

Ook zal een indeling worden gegeven van de transport- en distributieleidingen bij de verschillende systemen van de nutsvoorzieningen. Telkens is gestreefd om de systemen schematisch weer te geven.

2.2.2 Riolering

Het rioleringsstelsel heeft drie taken, het ontvangen, transporteren en lozen van hemel- en afvalwater.

Hierin komt al naar voren dat er verschillende soorten stoffen in een riolering verwerkt worden nl. hemelwater en afvalwater, ook wel regenwaterafvoer (RWA) en droogweerafvoer (DWA) genoemd.

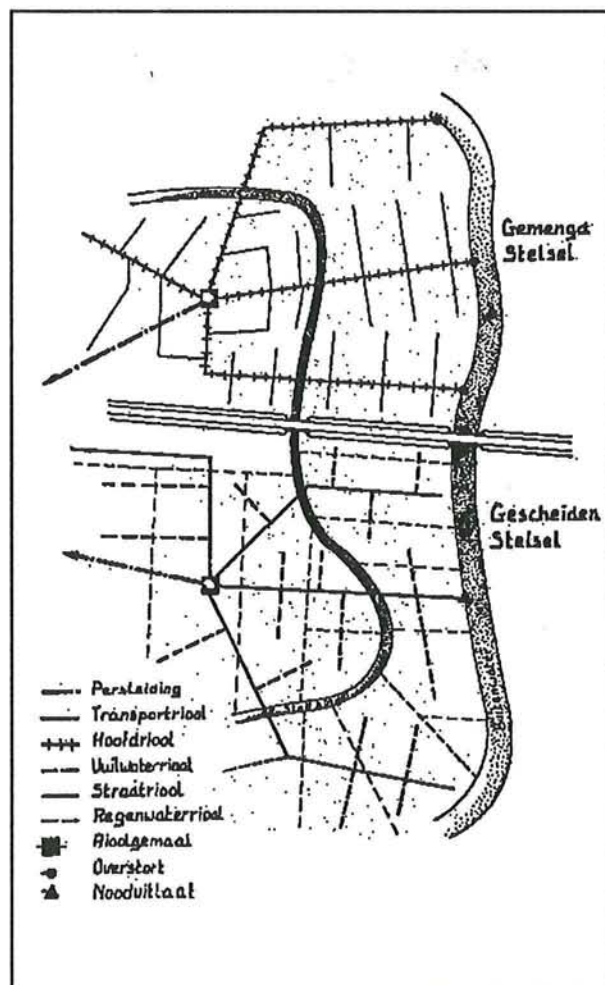
Afgeleid van de RWA en de DWA is er ook een verschil in rioleringsstelsel namelijk:

- a) gemengd stelsel;
- b) gescheiden stelsel.

Bij het gemengd stelsel wordt in één buizenstelsel regenwater en afvalwater afgevoerd. Bij het gescheiden stelsel worden voor regenwater en afvalwater aparte stelsels gebruikt. Het gescheiden stelsel kent dus een leidingsysteem dat relatief verontreinigd afvalwater en relatief schoon regenwater apart transporteert.

ad a) Gemengd stelsel.

Het gemengde stelsel bestaat uit straatriolen en hoofdriolen. Het straatriool verzamelt afval- en hemelwater uit de rioolaansluitingen. Dit is dus de distributieleiding. De straatriolen komen uit op de hoofdriolen.



Figuur 2.2.2

Deze voeren het rioolwater af naar verwerking- of loospunten. De hoofdriolen liggen dieper en hebben een grotere doorsnede. Deze verzorgen de transportfunctie.

ad b) Gescheiden stelsel.

Bij het gescheiden stelsel moeten drie leidingsystemen bestaan. Deze worden genoemd:

- regenwaterriool;
- vuilwaterriool;
- transportriolen.

Omdat het regenwater relatief schoon is kan het zonder bewerkingen geloosd worden op oppervlaktewater in de nabijheid van de straatkolken. Alleen voor vuilwaterafvoer bestaan transportriolen die het transport naar waterzuivering verzorgen.

Voor het transportriool bestaan twee verschillende systemen:

- vrij verval riool; met een verhang;
- mechanische riolering; druk- of vacuüm-riolering.

Rioleringssystemen, met name de grotere diameter buizen in slappe grondsoorten, moeten gefundeerd worden. Dit zijn vaak betrekkelijk eenvoudige constructies die kostenverhogend werken.

Wat betreft de materiaalkeuze voor een rioleringsleiding zijn er vele mogelijkheden: staal, (on)gewapend beton, PVC en gres zijn veel voorkomend.

E.e.a. is geschematiseerd terug te vinden in Figuur 2.2.2.

2.2.3 Gasnet

De beschrijving van het gasnet is eenvoudiger dan die van de riolering.

Grofweg kunnen 3 leidingsoorten worden onderscheiden:

- 1) transportleidingen;
- 2) distributieleidingen (ook wel Hoofdleidingen);
- 3) huisaansluitingen (ook wel Dienstleidingen).

ad 1) Transportleidingen.

Deze verplaatsen het gas bij hoge druk (ongeveer 8 bar) met grote hoeveelheden over grote afstanden. Zij hebben daarvoor een grote diameter, diepe ligging, weinig aftakkingen en geen rechtstreekse aansluiting met de gebruikers. Deze worden ook wel hogedrukleidingen genoemd en zijn meestal van gelast staal.

ad 2) Hoofdleidingen.

Dit is de distributieleiding en ligt als een ringleiding om een huizenblok heen. Deze ringleiding wordt op meerdere plaatsen met transportleidingen verbonden zodat bij storing van een van deze de distributieleiding toch kan blijven leveren.

De plaats van deze leiding is zo dicht mogelijk bij de bebouwing. De druk in deze leidingen is 30 mbar of 100 mbar. Bij een druk van 100 mbar is er een drukregulator tussen de gasmeter en de distributieleiding. De materialen die voor deze leiding worden gebruikt zijn: gietijzer, staal, kunststof of asbestcement. Zowel de transport- als de distributieleiding worden d.m.v. afsluiters in secties verdeeld.

ad 3) Dienstleidingen.

Het kenmerk hiervan is dat zij dwars of scheef op de as van de weg staan. Zij vormen de verbinding tussen de distributieleiding en de binnenleiding in het gebouw. Ook vangen deze de zettingsverschillen op tussen aardebaan en gebouw.

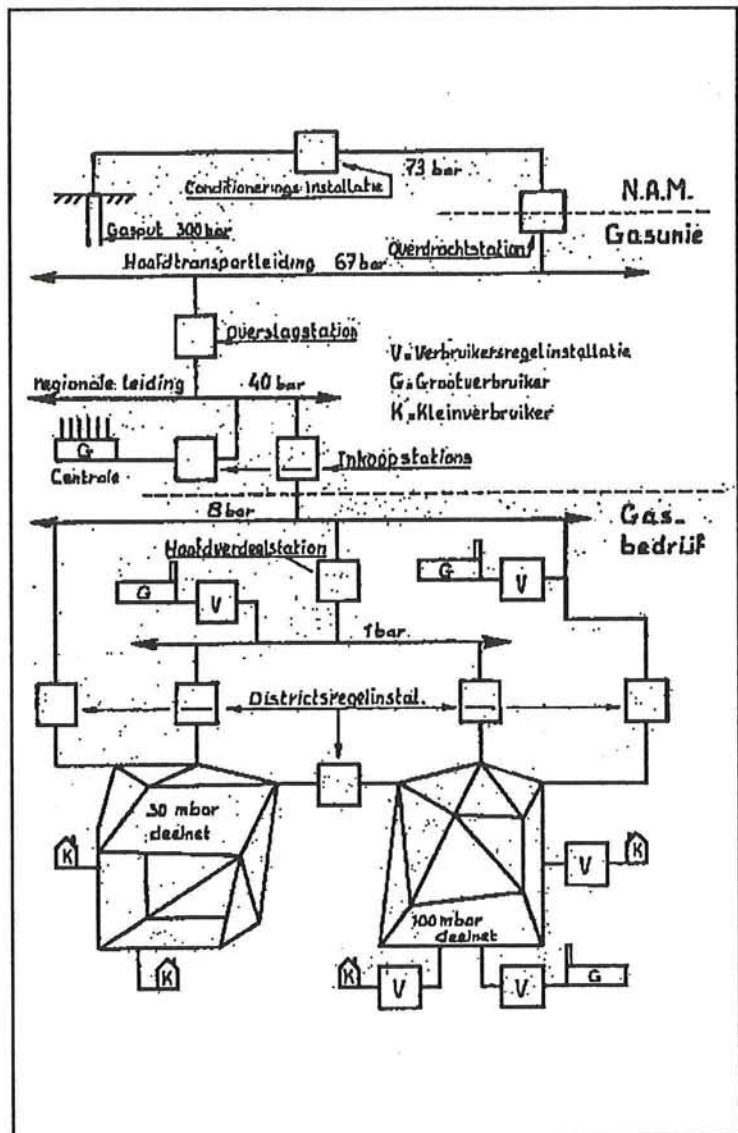
Voor alle gasleidingen bestaan zeer zware controle procedures zowel voor het afleveren van het leidingsysteem als voor het opsporen van lekken. Een geregelde controle van het leidingsysteem is voorgeschreven.

E.e.a. is terug te vinden in Figuur 2.2.3.

2.2.4 Telecommunicatie

Het telefoonnet transporteert de elektrische signalen van de telefoongesprekken. De kwaliteit van dit signaal wordt sterk bepaald door de kwaliteit van de kabel, de ligging en verbindingen ervan.

De eindcentrales, soms ook wel wijkcentrales genoemd, zijn met de abonnees verbonden door het zogenaamde lokale net. Een eindcentrale kan ongeveer



Figuur 2.2.3

40.000 aansluitingen verwerken. Het lokale net is het distributiesysteem van de telecommunicatie. Dit net is opgebouwd uit 3 afzonderlijke kabels.

1) Voedingskabel.

Dit is de kabel die het signaal voert van de eindcentrale naar de abonnee en vice versa.

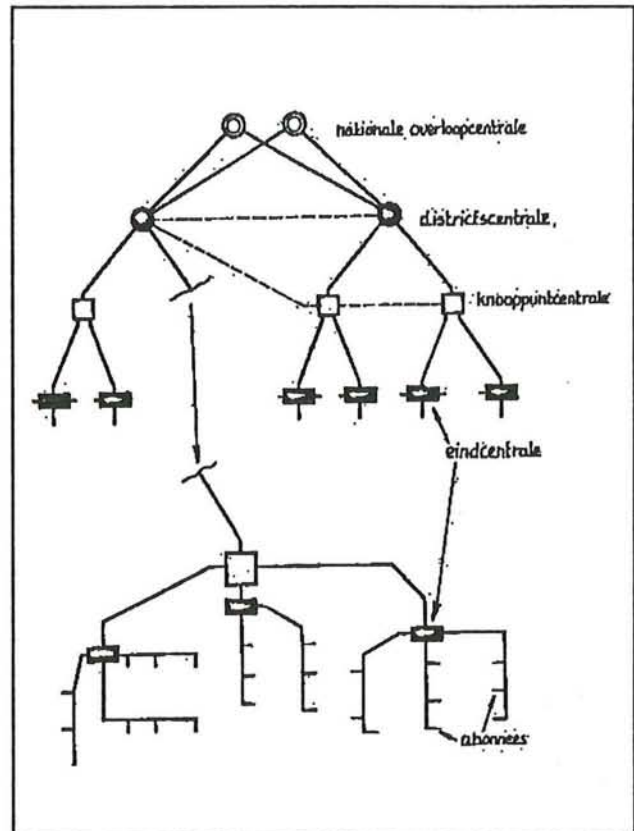
2) Aftakkabel.

Deze kabel is bestemd voor het maken van de aansluiting op de woning.

3) De invoerkabel.

Dit is de kabel die de huisaansluiting met de aftakkabel verbindt.

De eindcentrale is dus de centrale die het dichtst bij de abonnee staat. Verschillende eindcentrales zijn verbonden met een knooppuntcentrale. De knooppuntcentrales zijn onderling verbonden maar daarbij ook met de districtscentrale. De verbindingen tussen de verschillende districtscentrales worden het interlokale net genoemd. Voor deze verbinding worden tegenwoordig glasvezelkabels gebruikt terwijl voor de andere verbindingen nog normale gepantserde loodkabels gebruikt worden.



Figuur 2.2.4

Nederland is verdeeld in 22 districten die allen hun eigen districtscentrales hebben. Voor de opbouw van het nationale telefoonnet zie Figuur 2.2.4.

2.2.5 Elektriciteit

In het geval van een elektriciteitsnet hebben we ook te maken met 3 soorten leidingen.

1) Transportkabels.

Zij vervoeren de elektriciteit naar de afname gebieden. De spanning hierin is 150 of 380 kV.

2) Koppelnets.

Dit is een net waarmee de centrales onderling gekoppeld zijn. Over het algemeen zijn dit bovengrondse kabels. Deze worden gebruikt om onderling bijstand te verlenen in piekperioden. Het spanningsniveau in deze leidingen is 220 of 380 kV.

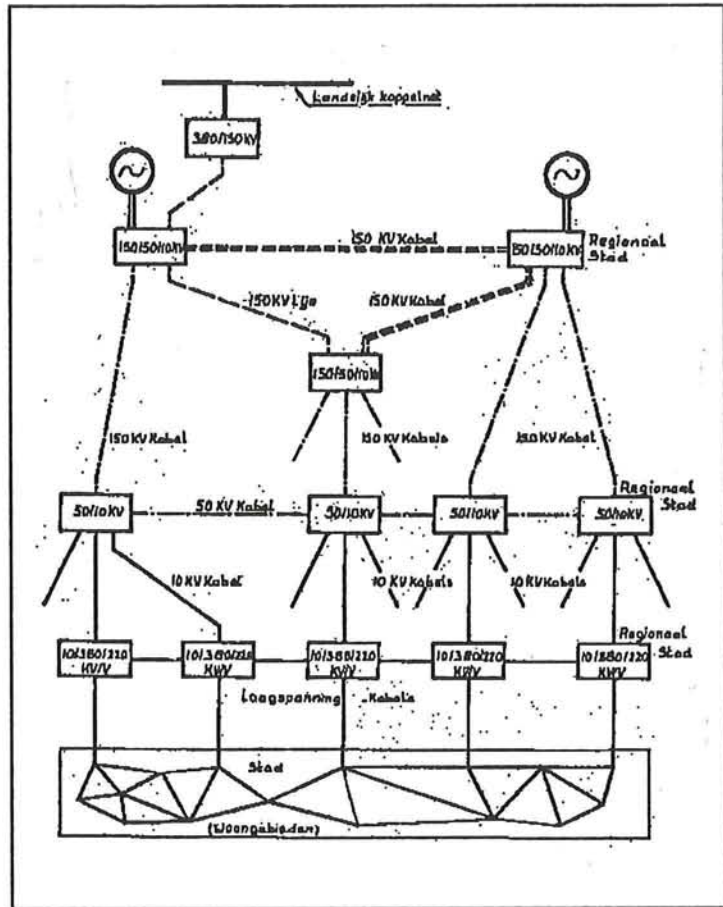
3) Distributienet.
Hier wordt de aansluiting gemaakt met de gebruiker.

Ook zijn er verschillende stations vanwaar het spanningsniveau geregeld wordt.

- Productiecentrale.
Dit zijn de centrales die door het landelijke koppelnet verbonden zijn. Deze bestaan uit een aantal generatoren die elektriciteit opwekken met een spanning van 10 kV.

- Transformatoren.
De spanning moet worden verhoogd omdat bij transport spanningsverlies optreedt, hiervoor zorgt een transformator. Deze verhogen de spanning van 10 kV naar 110, 150, 220 of 380 kV.

- Distributiestation.
Dit station bestaat uit een hoog- en een laagspanningsgedeelte. Hier komt hoogspanning binnen die moet worden teruggebracht naar afname spanning (220V).



Figuur 2.2.5

Een schema hiervan is te vinden in Figuur 2.2.5.

2.2.6 Waterleiding

Wat betreft de voorschriften die gelden voor de levering van water is in 1957 de Waterleidingwet van kracht geworden. Deze wet heeft consequenties voor de kwaliteit, druk, temperatuur en hoeveelheid water.

- Kwaliteit.
Nieuwe leidingdelen moeten voor gebruik worden gechlood. Bij de vervanging van oude door nieuwe leidingen mag de oude leiding pas worden afgesloten wanneer de nieuwe leiding is goedgekeurd en gereed is om te leveren. Ook moet er altijd een bepaalde druk in de leiding heersen anders dringen er bacteriologische en chemische verontreinigingen binnen. Een leidingdeel dat drukloos is geweest moet opnieuw gechlood worden.

- Druk.
De waterleiding moet druk leveren tot minstens 20 meter boven het straat-

niveau (voor een flat gelden andere normen). In een waterleiding kunnen drukstoten voorkomen, ook hier moet de leiding op berekend zijn.

- **Temperatuur.**

Om dichtvriezen te voorkomen hebben deze leidingen een minimale gronddekking van 1 meter. De maximaal toegestane temperatuur van het water is 15 °C.

- **Hoeveelheid.**

Er moet per hoofd van de bevolking 135 liter/dag geleverd kunnen worden, bij de voorgeschreven druk en temperatuur.

Ook bij de waterleiding wordt onderscheid gemaakt naar 3 soorten leidingen.

1) **Transportleidingen.**

Deze transporteren het water van de win- of produktielokaties naar de distributie-pompstations. Vele verschillende materialen kunnen hierbij weer worden toegepast.

2) **Distributie- of Hoofdleidingen.**

Deze worden in de wijk aangelegd als ringleiding.

3) **Dienstleidingen of Huisaansluitingen.**

Van de ringleiding zijn aftakkingen naar de woningen die de dienst aansluiting worden genoemd.

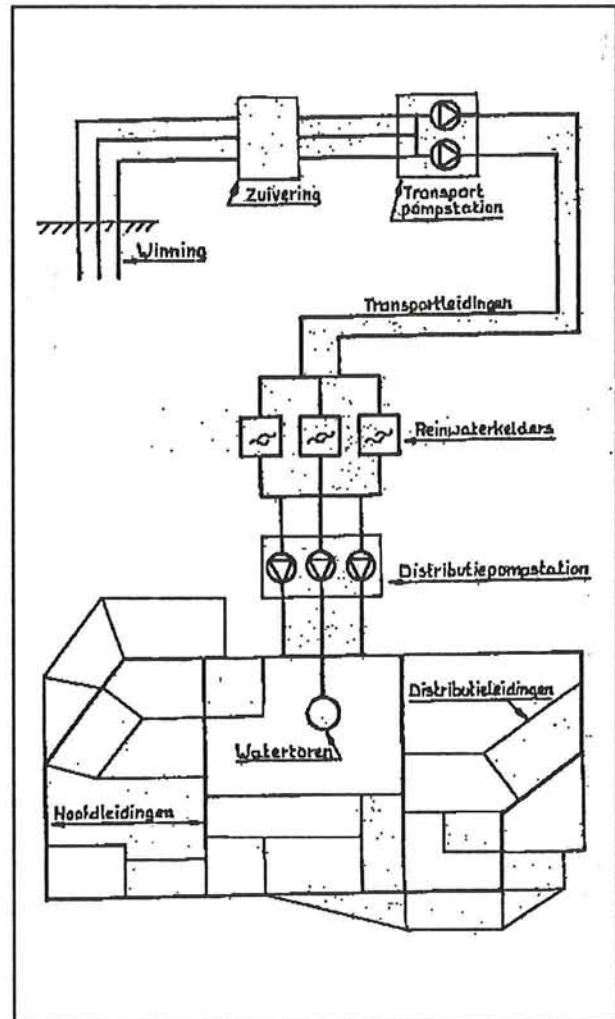
Ook zijn de brandkranen aangesloten op het distributienet. Het waterleidingbedrijf gebruikt deze kranen ook voor het ontluchten van de leiding of het schoonspuiten van dode einden. Deze kranen behoren een capaciteit te hebben van 80 à 120 m³ water/uur.

Voor het waterleidingnet is Figuur 2.2.6 bijgevoegd.

2.2.7 Stadsverwarming

Voor stadsverwarming bestaan twee systemen nl:

- warmte aangevoerd door stoom;
- en warmte aangevoerd door warm water.



Figuur 2.2.6

In Nederland komt alleen het warmwatersysteem voor.

Bij de opbouw van een stadsverwarmingssysteem wordt onderscheid gemaakt tussen een primair en een secundair systeem.

- **Primaire systeem.**

Dit gedeelte van het systeem vervoert de warmte naar de gebruiker. Dit gebeurt met grote geïsoleerde leidingen. Na gebruik gaat het water terug naar de warmtebron om opnieuw verwarmd te worden. Dit primaire systeem bestaat dus uit een heengaande- en een retourleiding. 's Zomers wordt het heengaande water tot een lagere temperatuur verwarmd dan 's winters.

- **Secundaire systeem.**

Dit systeem verwarmt het gebouw en neemt de warmte over van het water uit het primaire systeem. Deze overdracht vindt plaats in een warmtewisselaar.

Bij hoogbouw is deze warmtewisselaar meestal inpandig, bij laagbouw wordt deze apart geïnstalleerd in de buurt van een groep woningen.

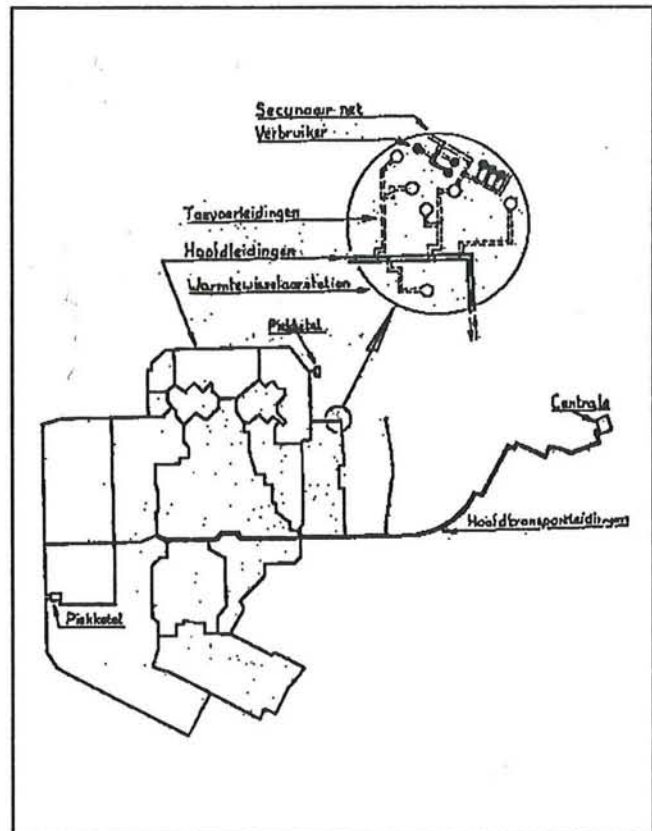
De stadsverwarmingsbuizen zijn zeer goed geïsoleerd. De mediumvoerende buis is vaak omgeven door een tweede buis, waartussen een isolatieschuim zit. Over het algemeen liggen de heengaande- en retourleiding naast elkaar. Een stadsverwarmingsbuis is aan de buitenkant 30 à 35 °C. Stadsverwarmingsleidingen hebben een zeer grote diameter door hun dubbelwandigheid.

Bij de installatie van het systeem zijn de leidingen koud. Bij indienststelling stroomt er water doorheen van 130 °C (onder hoge druk). Hierdoor ontstaat een geweldige uitzetting. Deze wordt meestal opgevangen door compensatiebochten. Dit zijn grote U-vormige lussen die de uitzetting opvangen.

De opbouw van dit systeem is geschematiseerd in Figuur 2.2.7.

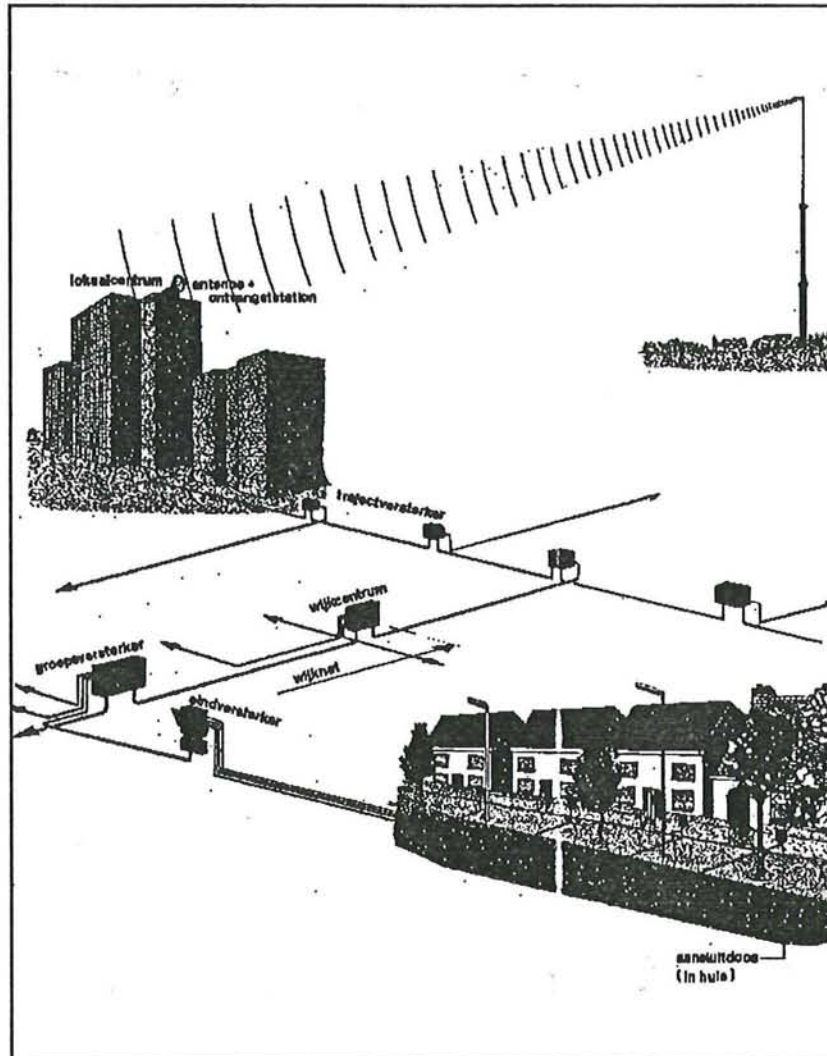
2.2.8 Centrale Antenne Inrichting

In veel plaatsen in Nederland wordt het radio- en TV-signaal opgevangen door een Centrale Antenne Installatie. Hier zijn ook voorzieningen om het signaal te



Figuur 2.2.7

zuiveren. Vanaf dit lokale centrum gaan de signalen via een koppelnet naar de wijkcentra. Zo'n wijkcentrum is niet meer dan een speciale versterker. Ook zijn er nog groep- en eindversterkers om het signaal onderweg te versterken. De netten voor het vervoer van radio- en TV-signalen bestaan uit coaxiaalkabels. Dit zijn kabels met een kern en een buitenmantel. E.e.a. is geschematiseerd in Figuur 2.2.8.



Figuur 2.2.8

{Stichting Beroepsopleiding Weg- en Waterbouw, 26 t/m 88 en Klvl, 1980, 25 t/m 53}

HOOFDSTUK 3

VOLLE GROND SITUATIE

3.1 BEHEER VAN LEIDINGEN EN ONDERGROND IN ROTTERDAM

3.1.1 Algemeen

In het voorgaande is reeds gesteld dat het beheer van leidingen en beheer van wegen invloed op elkaar uitoefenen. Werkzaamheden aan leidingen kunnen zorgen voor stremmingen in het verkeer bovengronds.

In dit hoofdstuk zal worden ingegaan op de organisatorische mogelijkheden om deze twee medegebruikers van de fysieke ruimte te *beheren*.

Voor de gemeentelijke diensten die een aandeel hebben in het tot stand komen en beheren van leidingsystemen zal Rotterdam als voorbeeld worden genomen. Ook zal de Rotterdamse *leidingregistratiemethode* worden vergeleken met de landelijke procedure.

Als laatste zal een overzicht worden gegeven van de verschillende leidingbeheerders in het stedelijk gebied.

3.1.2 Leidingregistratie en beheer

Gemeente werken Rotterdam bestaat uit verschillende afdelingen o.a. Ingenieursbureau, Aannemerij en Beheer. Zie Figuur 3.1.2a.

In dit hoofdstuk wordt de sector Beheer nader beschouwd.

Eerst nog een opmerking over de samenwerking tussen de drie eerstgenoemde afdelingen. Deze vindt vaak plaats in een projectmatige vorm en eventueel participeren hierin ook nutsbedrijven.

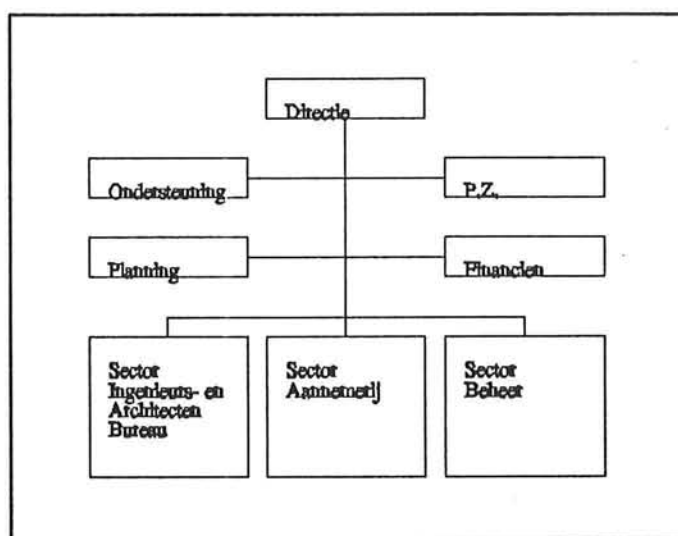
De taakstelling van de afdeling beheer is "het in stand houden van de tot de gemeente behorende stedelijke voorzieningen". Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar technisch en functioneel beheer. Functioneel beheer is ervoor zorg dragen dat de te

beheren voorziening aan zijn functie beantwoordt. Zo moet de capaciteit van een riolering bijvoorbeeld voldoende zijn om het afvalwater te verwerken.

Technisch beheer is het in goede staat houden van de te beheren voorziening, het voorkomen, opsporen en verhelpen van lekkages in bijvoorbeeld de rioolleidingen.

Een nauwkeuriger taakomschrijving van de afdeling beheer volgt hieruit.

1) Het zo goed mogelijk laten functioneren van de te beheren voorzieningen:



Figuur 3.1.2a

- peilen van de behoeften en voorspellen van de toekomstige behoefte;
- initiëren van nieuwe voorzieningen.

2) De openbare voorzieningen in technisch goede staat houden:

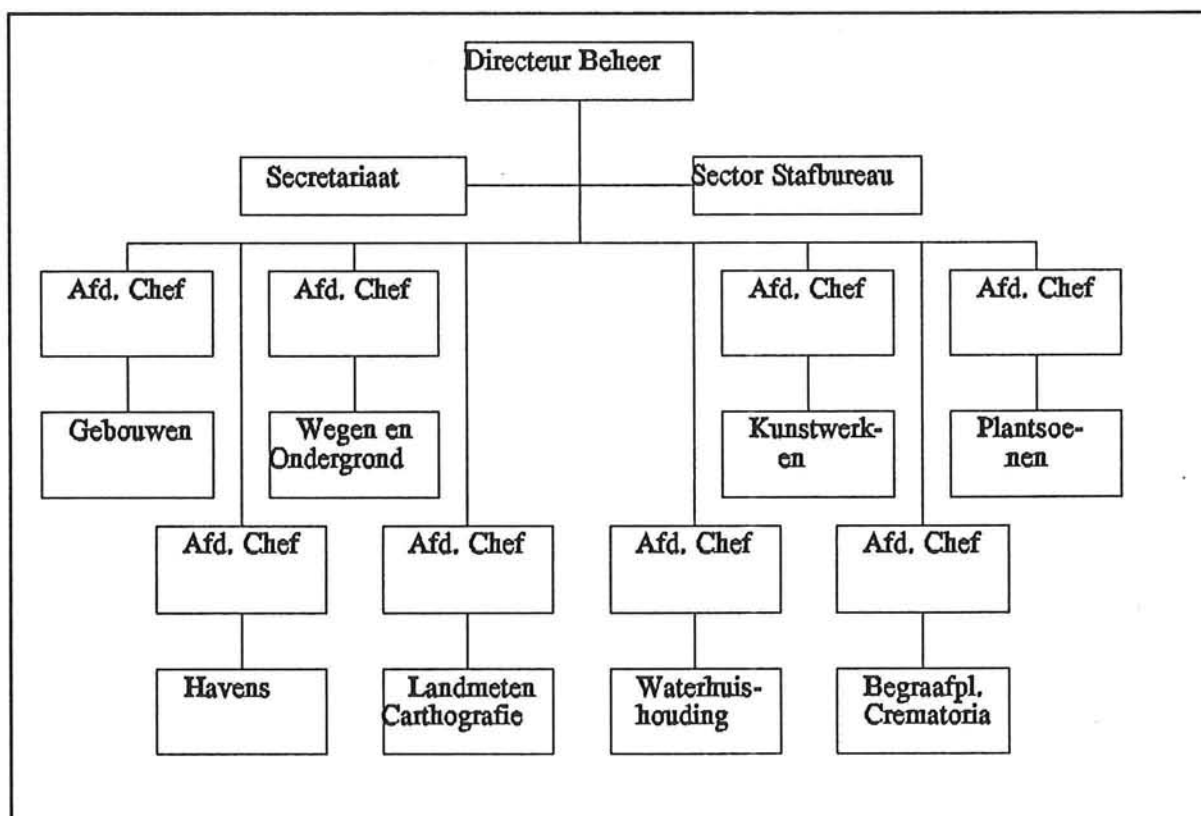
- waarnemen van de toestand, technische schouwing en bewaking;
- verkrijgen van geldmiddelen, denk aan het verkrijgen van schadevergoedingen bij calamiteiten;
- zorg dragen voor de uitvoering van het technisch onderhoud.

In de rest van deze beschrijving zal verder worden ingegaan op zaken die verband houden met dit laatste takenpakket.

Er bestaat een archief waarin de toestand van de objecten of voorzieningen wordt bijgehouden. Dit vormt de basis voor de korte en lange termijn planning van de afdeling Beheer.

{W.J. Berkel, II.1 t/m III.2}.

Nu zal verder worden ingegaan op de afdeling Beheer Wegen en Ondergrond ook wel het "leidingenbureau" genoemd. Zie hiervoor Figuur 3.1.2b.



Figuur 3.1.2b

Door de intensievere benutting van de ondergrond hebben zich enkele problemen aangediend:

-
- grotere kans op beschadiging, doordat de precieze ligging vaak niet bekend is;
 - vaker open liggen van de wegen i.v.m. werkzaamheden aan de leidingen;
 - rekening houden met vele verantwoordelijke instanties.

Hoe is nu dus het beheer en leidingregistratie georganiseerd?

Deze vraag zal beantwoord worden aan de hand van vier onderwerpen, namelijk:

- 1) registratie van leidingen (in Rotterdam);
- 2) planning van onderhoud aan wegen en leidingen (in Rotterdam);
- 3) landelijk leiding informatie systeem;
- 4) informatie systeem van de gemeente Rotterdam.

1) Registratie van leidingen (in Rotterdam).

Het registreren van leidingen wordt door het leidingbureau uitbesteed aan de Afdeling Landmeten en Cartografie. In de loop der tijd zijn bijna alle leidingen in het grondgebied van gemeente Rotterdam vastgelegd door middel van:

- routebladen voor het havengebied waarop leidingstroken zijn geregistreerd;
- ongeveer 700 kaartbladen voor het stedelijk gebied (van 80x108 cm schaal 1:500) waarop de leidingen in de openbare weg geregistreerd staan. {W.J. Berkel, IV.11}

Bij werkzaamheden aan de leidingen wordt deze afdeling landmeten ingeschakeld om eventuele wijzigingen te verwerken. De leidingregistratie gebeurt per computer en de metingen zijn gebaseerd op het landelijke driehoeksmetingen systeem.

Op het computerscherm is het mogelijk om iedere leidingsoort apart op te vragen.

2) Planning van onderhoud aan wegen en leidingen (in Rotterdam).

Tijdens een maandelijks vergadering wordt de lange termijn planning van het beheer van de wegen en ondergrond bekend gemaakt.

Deze is gebaseerd op de resultaten van de schouwingen uit het archief en dient als basis voor de afstemming van de toekomstige werkzaamheden. In deze vergadering wordt ongeveer 3 à 4 jaar vooruit gepland.

Tot slot zijn door het leiding bureau enkele richtlijnen opgegeven voor vernieuwing. Rotterdam heeft te maken met een gemiddelde zetting van 2½ cm/jaar. Richtlijn hierbij is dat leidingen en wegen worden gerezen bij ongeveer 50 cm zakking. Dit betekent dat na ongeveer 20 jaar de leidingen worden gerezen of vernieuwd. De verhouding van gerezen en vernieuwde leidingen is respectievelijk 60% en 40%. Het riool wordt altijd vernieuwd na deze eerste 20 jaar. Verdiepte transportleidingen worden niet vaak gerezen.

De verhouding van gerezen en vernieuwde kabels na een tweede periode van 20 jaar is respectievelijk 10% en 90%.

3) Landelijk leiding informatie systeem

Wanneer een aannemer of instantie werkzaamheden in de grond moet verrichten is deze juridisch verplicht een melding te doen bij het Kabels en Leidingen Informatie Centrum (Klic). Het Klic heeft gegevens van leidingbeheerders over de meeste gebieden in Nederland. Men heeft dus geen gegevens over de precieze plaats van de leidingen, maar alleen een database met de verschillende aanwezige beheerders in de verschillende gebieden. Ingeval een aannemer dus een Klic-melding doet, krijgt deze een loopbriefje met een aantal instanties door waarmee contact moet worden opgenomen. Door het doen van deze melding kan de aannemer zijn positie versterken wanneer tijdens de werkzaamheden schade wordt veroorzaakt en kan er een beroep worden gedaan op de verzekering.

De instanties waarmee de aannemer contact moet opnemen zenden tekeningen toe van het leidingpakket dat zij beheren. Wanneer de aannemer dit loopbriefje heeft afgewerkt bezit hij dus een tekeningenpakket waarin alle leidingen in zijn werkterrein zijn aangegeven. {Stichting Beroepsopleiding Weg- en Waterbouw, 118}

4) Informatie systeem (van gemeente Rotterdam)

Nu kan het verschil met de landelijke en Rotterdamse procedure worden aangegeven, hieruit blijkt dat in Rotterdam sprake is van een verbeterd systeem.

Ook hier doet de aannemer weer zijn Klic-melding ter voorkoming van problemen. Wanneer het werkterrein van de aannemer het grondgebied van de gemeente Rotterdam betreft en de Klic-melding heeft plaatsgevonden resulteert dit niet in een loopbriefje maar krijgt men het bericht zich bij het leidingbureau te vervoegen. De aannemer moet hier toch langs voor het verkrijgen van een vergunning en het aanstellen van een toezichthouder (opzichter).

Wanneer de aannemer op het leidingbureau komt wordt hem een tekening meegegeven waarop alle leidingen zijn aangegeven.

In feite heeft het leidingbureau het voor de aannemer eenvoudiger gemaakt en kan de aannemer ook zeker zijn van een precieze registratie van de positie van de leidingen.

Het is nu duidelijk dat de gemeente Rotterdam wat dit betreft de zaken goed voor elkaar heeft. Andere gemeenten, o.a. Amsterdam, zijn ook bezig om een dergelijk systeem op te zetten.

Wanneer wij een beeld willen krijgen van de maximale mogelijkheden van coördinatie en beheer is Rotterdam dus een goed voorbeeld.

3.1.3 Leidingbeheerders

De leidingbeheerders zijn meestal gemeentelijke diensten. Een bekende uitzondering is de P.T.T. Nu volgt een opsomming van de verschillende leidingbeheerders in Rotterdam en de verschillende systemen.

-
- Gemeentelijk Energie Bedrijf (GEB):
 - openbare verlichting;
 - verkeersinstallaties ;
 - elektriciteit;
 - Centrale Antenne Inrichting (CAI);
 - gasnet;
 - stadsverwarming (i.s.m. Energiebedrijf Zuid Holland).
 - Drink Water Leiding Rotterdam (DWL):
 - drinkwaterleiding.
 - Rotterdamse Elektrische Tram (RET):
 - het gemeentelijke openbaar vervoerbedrijf heeft voor de tram veel elektrische leidingen in de grond.
 - Gemeente Rotterdam:
 - stadsriolering.
 - PTT:
 - telecommunicatie voorzieningen;
 - Eventuele andere particuliere leidingeigenaren.

{Gemeente Werken Rotterdam, Beheer Wegen/Leidingenbureau, Bijlage VII}

Dit pakket leidingen en de participanten wijkt niet veel af van die in andere grote steden.

De hier besproken leidingbeheerders zijn de partijen die door het leidingbureau ingeseind worden om activiteiten aan en onder het wegdek te coördineren. Dit zijn ook de partijen die in de maandelijkse vergadering invloed hebben op de planning. Het leidingpakket van deze diensten en bedrijven is vastgelegd op de leidingregistratie kaarten en wordt bij een Klic-melding doorgegeven aan de aannemer.

Het beschreven beheersysteem is dus een goede doorsnede voor het beheer van de ondergrond en wegen in de meeste grootstedelijke gebieden. Wel zijn er enkele optimalisaties aangebracht in het beheersysteem door het leidingbureau van Rotterdam. Deze benadrukken voor dit afstuderen juist de voordelen die nog te behalen zijn d.m.v. coördinatie en beheer bij leidingen in de volle grond.

3.2 AANLEG VAN LEIDINGEN IN ROTTERDAM

3.2.1 Algemeen

De hieronder gegeven informatie is afkomstig van de "Algemene richtlijn bij de indeling van leidingen in het beheergebied van de Gemeente Rotterdam" {Bron 10}. Deze richtlijn dient als uitgangspunt bij de indeling van leidingen in bestaande gebieden alsook in uitbreidingsplannen.

Hierin wordt informatie gegeven over de ligging in het horizontale en verticale vlak. Het doel van deze richtlijn is, behalve het nastreven van uniformiteit, het optimale gebruik van de openbare ondergrond en het waarborgen van een zo ongestoord mogelijke ligging.

De richtlijn is opgesteld i.s.m. het GEB, Drinkwaterleiding Rotterdam en de PTT (district Rotterdam).

3.2.2 Algemene eisen

Aan de hand van de hieronder opgegeven algemene eisen is een basisindeling opgesteld. Deze basisindeling schrijft de horizontale en verticale positie van de leidingen voor in het straatprofiel. In een tabel is aangegeven wat de diepteligging is van de leidingen welke leiding bij kruising bovenop ligt.

Eerst zal een bondige inventarisatie worden gegeven van de algemene eisen die aan de basisindeling ten grondslag liggen.

- Voorzieningen zoals brandkranen, spanningskasten, afsluiters enz. moeten ten alle tijden bereikbaar zijn.
- Leidingen mogen niet gelegd worden onder terreinen voor de opslag van goederen i.v.m. met de bereikbaarheid.
- De afstand van boom tot leiding wordt bepaald door de diepteligging en door-snedes van de leiding. Deze afstand varieert van 1,75 m tot 3,5 m. Bij beschermende maatregelen kan deze afstand worden aangepast.
- Er dient ten allen tijde rekening te worden gehouden met de benodigde ruimte voor reparatie en onderhoud.
- Bij vernieuwing dient de oude leiding verwijderd te worden of moeten zowel oude- als nieuwe leiding geregistreerd worden op de leidingregistratiekaart.
- Huisaansluitingen moeten de kortste verbinding vormen tussen distributienet en pand/perceel. Deze aansluitingen moeten haaks op de distributieleiding worden gelegd om niet te veel beslag op de ondergrondse ruimte te leggen.

{Bron 10, 8}

Van de betreffende nutsbedrijven zijn er nog enkele specifieke wensen:

- GEB-CAI.
Bij kruising met wegen, mantelbuizen gebruiken.
- PTT.

-
- Bij kruising met asfalt en betonwegen kabels in kokers leggen.
DWL.
Leidingen bij voorkeur niet onder gesloten wegdek of bestrating met fundatie leggen. Geen huisaansluitingen onder parkeervakken i.v.m. dienstkranen e.d.
 - GEB-Gas.
Leidingen niet indelen onder gesloten wegdek. Bij kruising met gesloten wegdek stalen leidingen gebruiken. Geen hogedrukgasleidingen aanbrengen onder overbouw.
 - GEB-Elektriciteit.
Bij kruising met wegen mantelbuizen toepassen. Minimale afstand met andere leidingen 50 cm.
 - GEB-Stadsverwarming.
Alleen indelen in overleg met GEB i.v.m. leidingtechnische beperkingen.
- {Bron 10, 5, 6}

3.2.3 Basisindeling

Uit de hiervoor beschreven wensen en eisen vloeit de basisindeling voort. Hierbij zijn enkele algemene uitgangspunten gehanteerd:

- alle distributieleidingen zullen bij voorkeur onder het trottoir gelegd worden;
- de opgegeven maten zijn gemeten vanaf de uitgiftegrens;
- maatvoering geldt voor leidingen tot 250 mm doorsnede.

Bij de basisindeling wordt onderscheid gemaakt tussen trottoir en parkeervak/rijstraat. Onder het trottoir liggen alleen distributieleidingen.

Trottoir

Bijvoorbeeld breedte 5,45 m met boom:

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| - GEB-CAI | - 0,25 m; |
| - PTT | - 0,75 m; |
| - DWL | - 1,25 m; |
| - GEB-Gas | - 2,00 m (lage druk); |
| - GEB-Elektriciteit | - 2,65 m; |
| - boom | - 4,40 m; |
| - openbare lichtmast | - 4,75 m; |
| - trottoirband | - 5,45 m. |

Parkeervak/Rijstraat

- stadsverwarming;
- hogedrukgasleiding;
- DWL (pers-transport groter dan 250mm);
- GEB en PTT transportleidingen;
- riolering;
- eventuele particuliere leidingen;

In Bijlage 3.2A (Basisindeling) is e.e.a. in een dwarsprofiel weergegeven.

Tot dusver is alleen gesproken over de horizontale indeling van de openbare ondergrond. Natuurlijk is e.e.a. vastgelegd over de verticale indeling. Hierover zijn verschillende voorschriften, met betrekking tot:

- 1) basisindeling, kruisingen;
- 2) rijzen van leidingen.

ad 1) Basisindeling, kruisingen.

- distributieleidingen liggen ondieper dan transportleidingen i.v.m. de vele aansluitingen;
- voorrang geven aan de volgende situaties:
 - vrij-verval-leiding voor een drukleiding;
 - DWA-leiding voor HWA-leiding;
- particuliere leidingen gaan onder alle andere leidingen door;
- bij kruisingen tussen gas-, water- en rioleringsleidingen moet minstens 20 cm tussenruimte gehouden worden;
- bij kruising van stalen leidingen moet een isolerende plaat worden aangebracht;
- bij kruisingen van telefoon en electriciteitsleidingen moet minimaal 25 cm (inclusief isolerende tegel) worden aangehouden;
- bij kruisingen van gas- en electriciteitsleidingen een minimale tussenruimte van 20 cm aanhouden;
- indien reeds leidingen aanwezig zijn zullen nieuwe leidingen op dezelfde diepte moeten worden gelegd, teneinde een kabelwand te voorkomen;
- bij verzakte straten moet de dieptemaat worden gerekend vanaf het aanwezige straatpeil, dit om voldoende gronddekking te verkrijgen.

In de bijbehorende tabel, zie Bijlage 3.2B (Overzicht voorstel diepteligging van kabels en leidingen), staat de vereiste dekking op de leidingen vermeld. Er zijn hierboven al enige uitspraken gedaan over kruisingssituaties. In dezelfde tabel wordt voor alle voorkomende kruisingen uitspraak gedaan over de hoogteligging van de verschillende leidingen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar te passeren leidingen (reeds aanwezig in de grond) en nieuw te leggen leidingen.

ad 2) Rijzen van leidingen.

- rijzen van leidingen zal zoveel mogelijk gelijktijdig met straatophoging worden uitgevoerd;
- DWL wordt gerezen wanneer deze meer dan 40 cm verzakt is;
- elektriciteit wordt gerezen wanneer deze meer dan 20 cm verzakt is;
- gasleidingen worden alleen gerezen wanneer dit noodzakelijk is voor andere leidingen;
- transportleidingen worden in principe niet gerezen omdat hier geen huisaansluitingen op aangesloten zijn en deze toch reeds onder de distributieleidingen liggen;
- distributieleidingen worden in combinatie met de huisaansluitingen

-
- gerezen;
 - bij riool-vernieuwing zullen ook de overige leidingen worden gerezen, het riool ligt immers onderop;
 - stadsverwarmingsleidingen worden gelijktijdig met de wegvernieuwing gerezen, bijbehorende kosten zijn f 1274,-- / m¹ {Bron 15, 15}.

{Bron 10, 11}

Ook moet toegelicht worden hoe men bepaalt of rijzen noodzakelijk is. Indien een leidingeigenaar wil weten of de diepteligging nog correct is, graaft Gemeentewerken een "indicatief profiel" en bepaald hiermee de diepteligging.

Bij de aanleg van een nieuwe leiding zal dit ook gebeuren en zal men de diepte van de oude leiding vaststellen en eventueel ook die van de huisaansluiting van de riolering. {Bron 10, 13}

3.2.4 Afwijkende situaties

Ook worden tot slot enige bepalingen gegeven t.b.v. afwijkende situaties. De verschillende nutsbedrijven geven opmerkingen in geval van minder trottoir-breedte dan bij het basisgeval.

Deze opmerkingen zullen als laatste weergegeven worden:

- GEB-CAI.
Kabellen niet onder de rijstraat/parkeerzone indelen.
- PTT.
Lokale kabellen niet onder de rijstraat/parkeerzone indelen.
- DWL.
Distributieleidingen niet onder een rijstraat, wel onder parkeervakken wanneer de brandkranen e.d. niet in de parkeervakken komen.
- GEB-Gas.
Na overleg met het GEB kunnen leidingen in de rijstraat worden ingedeeld.
- GEB-Elektriciteit.
Na overleg kunnen leidingen in de rijstraat worden ingedeeld.
- GEB-Stadsverwarming.
Over het algemeen worden stadsverwarmingsleidingen ingedeeld onder de rijbaan vanwege de diameter.
- Riolering.
Deze wordt over het algemeen ingedeeld onder het hart van de rijstraat. Alleen bij brede wegen of gesloten wegdek is dit bezwaarlijk.

{Bron 10, 3}

In Bijlage 3.2C zijn enkele afwijkende indelingen weergegeven; waarbij men de leidingen volgens een andere maatvoering legt.

3.3 KOSTEN VAN LEIDINGEN IN DE GROND

3.3.1 Mogelijke initiatoren en de bijbehorende consequenties

Voor de werkzaamheden zijn twee mogelijke initiatoren.

- Wegbeheerder.

Wanneer de wegbeheerder initieert is dit om de weg weer op juiste hoogte te brengen. Wanneer nodig wordt nieuw bestratingsmateriaal gebruikt. Deze uitgebreide renovatie is uitermate geschikt om direct kabels op te halen. Stijve buiselementen worden bij deze gelegenheid vaak vernieuwd omdat ophalen bijna even kostbaar is. Wanneer nodig kan eventueel ook herindeling van het leidingenpakket plaatsvinden.

Interessant hierbij is dat wanneer de wegbeheerder dus degene is die de weg wil vernieuwen deze opdraait voor de kosten van het herstellen van de bestrating. Motto is dus van het leidingbureau: wanneer een partij onderhoud moet plegen wordt gepoogd om ander onderhoud dat hiervoor of hierna was gepland gelijktijdig te laten plaatsvinden. Wanneer de wegbeheerder de initiator is hoeft de leidingbeheerder de kosten voor uitbreken en herbestraten niet te betalen. Wel moet deze Algemene Kosten betalen aan Gemeente Werken Rotterdam t.b.v. voorbereiding, vergunningen en toezichthouders.

- Leidingbeheerder.

Wanneer een leidingbeheerder zijn voornemen kenbaar maakt om onderhoud te gaan plegen worden andere leidingbeheerders en Gemeente Werken ingeseind dat de straat open gaat. De leidingbeheerder betaalt de kosten van uitbreken, herbestraten, een extra heffing (namelijk retributie) en de Algemene Kosten van Gemeente Werken.

3.3.2 Onderverdeling van de kosten

In het hierboven beschreven rollenspel komen al enkele soorten van kosten aan de orde die een toelichting behoeven. De volgende, van werkzaamheden afhankelijke kosten, zijn:

Algemene Kosten:

De hierboven genoemde eenheidsprijzen zijn prijzen zonder Algemene Kosten, Winst en Risico. Winst en Risico zullen ook niet in de berekening worden verwerkt, wel de Algemene Kosten. Wanneer de aannemer een werk uitvoert op het grondgebied van gemeente Rotterdam moet deze een bepaald percentage overheadkosten betalen. Dit percentage is ongeveer 20%. De kosten die hieruit worden betaald zijn: werkvoorbereiding, landmeten, toezicht (opzichter) en kosten voor vergunningen. Gesteld wordt dat wanneer de gemeente Rotterdam zelf werk uitvoert het percentage slechts 15% bedraagt. Dus bij interne verrekening wordt een lager Algemene Kosten percentage genomen.

Retributie:

De retributieheffing dient om het definitieve dichtstraten te bekostigen, deze moet op rekening gestort worden bij Gemeente Werken voordat de werkzaamheden aanvangen. Wanneer de leidingbeheerder de werkzaamheden aan de leidingen heeft afgerond zal na enige tijd zakking opgetreden. Na deze zakking zal definitieve bestrating worden aangebracht en deze wordt bekostigd uit de retributieheffing. De retributieheffing is afhankelijk van de diepte van de ontgraving. Bij ontgraving tot grotere diepte zal meer zakking optreden.

- | | | |
|----|---|----------|
| 1) | Het herstellen van een kei-, klinker of tegelbestrating, wanneer geen dan wel een ingraving heeft plaats gehad, van maximaal 0,30 meter, per m ² : | f 20,80 |
| 2) | Idem, wanneer een ingraving heeft plaats gehad van 0,30 meter tot en met 1,70 meter, per m ² : | f 45,70 |
| 3) | Het herstellen van een bestrating op een fundering, indien geen dan wel een ingraving heeft plaats gehad, van maximaal 0,30 meter, per m ² : | f 112,40 |
| 4) | Idem, wanneer een ingraving heeft plaatsgehad van 0,30 meter tot en met 1,70 meter, per m ² : | f 130,00 |

{Gemeente Werken Rotterdam, Gemeenteblad Nr. 40, Reclame, retributie- en precarioverordening 1994}

De volgende heffing is niet afhankelijk van het uitvoeren van werkzaamheden:

Precario:

Bij de tarieven tabel van de precarioverordening 1993, wordt de volgende reden gegeven voor het heffen van deze belasting: "Voor het hebben van voorwerpen onder, op of boven gemeentegrond, voor de openbare dienst bestemd, en

Omdat men beslag legt op de openbare ruimte moeten de leidingbeheerders hiervoor een vergoeding betalen. In tegenstelling tot de eerder genoemde kosten zijn deze onafhankelijk van het verrichten van werkzaamheden. Voor kabels en leidingen is hiervoor een verdeling gemaakt:

- | | | |
|----|---|------------------------------------|
| 1) | Buizen en transportleidingen, voor zover niet vallend onder nummer 3). | per m ¹ per jaar f 8,82 |
| 2) | Kabels | per m ¹ per jaar f 0,72 |
| 3) | Gasbuizen tot een werkdruk van 10 bar, waterleiding en stadsverwarmingsbuizen | per m ¹ per jaar f 0,72 |

{Gemeente Werken Rotterdam, Gemeenteblad Nr. 40, Reclame, retributie- en precarioverordening 1994}

Nu kan zonder verder in te gaan op het draaiboek worden vastgesteld dat er twee verschillende situaties zijn voor de toedeling van de kosten.

- De initiatiefnemer is Gemeente Werken Rotterdam. Deze moet zorgen dat

Retributie:

De retributieheffing dient om het definitieve dichtstraten te bekostigen, deze moet op rekening gestort worden bij Gemeente Werken voordat de werkzaamheden aanvangen. Wanneer de leidingbeheerder de werkzaamheden aan de leidingen heeft afgerond zal na enige tijd zakking opgetreden. Na deze zakking zal definitieve bestrating worden aangebracht en deze wordt bekostigd uit de retributieheffing. De retributieheffing is afhankelijk van de diepte van de ontgraving. Bij ontgraving tot grotere diepte zal meer zakking optreden.

- | | | |
|----|---|----------|
| 1) | Het herstellen van een kei-, klinker of tegelbestrating, wanneer geen dan wel een ingraving heeft plaats gehad, van maximaal 0,30 meter, per m ² : | f 20,80 |
| 2) | Idem, wanneer een ingraving heeft plaats gehad van 0,30 meter tot en met 1,70 meter, per m ² : | f 45,70 |
| 3) | Het herstellen van een bestrating op een fundering, indien geen dan wel een ingraving heeft plaats gehad, van maximaal 0,30 meter, per m ² : | f 112,40 |
| 4) | Idem, wanneer een ingraving heeft plaatsgehad van 0,30 meter tot en met 1,70 meter, per m ² : | f 130,00 |

{Gemeente Werken Rotterdam, Gemeenteblad Nr. 40, Reclame, retributie- en precarioverordening 1994}

De volgende heffing is niet afhankelijk van het uitvoeren van werkzaamheden:

Precario:

Bij de tarieven tabel van de precarioverordening 1993, wordt de volgende reden gegeven voor het heffen van deze belasting: "Voor het hebben van voorwerpen onder, op of boven gemeentegrond, voor de openbare dienst bestemd, en

Omdat men beslag legt op de openbare ruimte moeten de leidingbeheerders hiervoor een vergoeding betalen. In tegenstelling tot de eerder genoemde kosten zijn deze onafhankelijk van het verrichten van werkzaamheden. Voor kabels en leidingen is hiervoor een verdeling gemaakt:

- | | | |
|----|---|------------------------------------|
| 1) | Buizen en transportleidingen, voor zover niet vallend onder nummer 3). | per m ¹ per jaar f 8,82 |
| 2) | Kabels | per m ¹ per jaar f 0,72 |
| 3) | Gasbuizen tot een werkdruk van 10 bar, waterleiding en stadsverwarmingsbuizen | per m ¹ per jaar f 0,72 |

{Gemeente Werken Rotterdam, Gemeenteblad Nr. 40, Reclame, retributie- en precarioverordening 1994}

Nu kan zonder verder in te gaan op het draaiboek worden vastgesteld dat er twee verschillende situaties zijn voor de toedeling van de kosten.

- De initiatiefnemer is Gemeente Werken Rotterdam. Deze moet zorgen dat

de wegen in goede staat blijven. De levensduur van een rijbaan op slappe grond met ongeveer 1 meter zandophoging is ongeveer 25 jaar. Door de vele werkzaamheden aan de leidingen in de grond wordt de levensduur verkort met 4,8 jaar. Het vernieuwen van de weg zal dus om de 20 jaar plaatsvinden ($25 - 4,8 = 20,2$ jaar) {KTPR, 4 en Stichting Beroepsopleiding Weg- en Waterbouw, 24}. Dit zal in het vervolg de wegvernieuwingscyclus worden genoemd. De kostenverdeling op deze momenten is aangegeven in Schema I.

INITIATOR; GEMEENTEWERKEN (20 JAAR CYCLUS; WEGVERNIEUWING)	
SCHEMA I	KOSTEN TEN LASTE VAN
LEIDINGEIGENAREN	GEMEENTE WERKEN
<ul style="list-style-type: none"> * Kosten van afgraven en afvoeren * Verwijderen oude leiding * Kosten nieuwe leiding en leggen * Kosten aanvoeren en aanvullen grond * Algemene Kosten (20 %) <ul style="list-style-type: none"> - opzichter - voorbereiding - vergunningen * Precarioheffing; jaarkijks betalen en onafhankelijk van werkzaamheden. 	<ul style="list-style-type: none"> * Afbreken verharding en fundatie * Afvoeren verharding en fundatie (eventueel) * Nieuwe verharding en fundatie * Algemene Kosten (15 %): <ul style="list-style-type: none"> - opzichter - voorbereiding

- De initiatiefnemer is een leidingbeheerder. De kostenverdeling tussen Gemeente Werken en de leidingbeheerders is weergegeven in Schema II. Dit schema kan op ieder moment gebruikt worden, behalve op de tijdstippen dat Gemeente Werken initieert.

INITIATOR; LEIDINGEIGENAAR	
SCHEMA II	KOSTEN TEN LASTE VAN
LEIDINGEIGENAREN	GEMEENTE WERKEN
<ul style="list-style-type: none"> * Afbreken verharding en fundatie * Afvoeren verharding, fundatie en grond * Verwijderen oude leiding * Kosten nieuwe leiding en leggen * Kosten aanvoeren en aanvullen grond * Aanbrengen verharding / fundatie * Algemene Kosten (20 %) (opzichter / voorbereiding / vergunningen) * Retributieheffing voor definitief dichtstr. * Precarioheffing; jaarkijks betalen en onafhankelijk van werkzaamheden. 	GEEN

Uit deze beschrijving vloeit voort dat er nog een derde schema noodzakelijk is. Op basis hiervan beslist de leidingbeheerder of hij vernieuwt op de tijdstippen van de wegvernieuwingscyclus of op eigen initiatief. Hierbij spelen de volgende factoren een rol:

- Initiatief Gemeente Werken.

Er zijn minder kosten voor de leidingbeheerders, maar deze vervangen wellicht een leiding die nog een resterende levensduur heeft.

- Initiatief leidingbeheerder.

De kosten zijn hoger maar doordat deze verder in de toekomst liggen kan dit toch de voorkeur genieten. Voordeel hiervan is dat de leiding tot het einde van de (technische) levensduur gebruikt wordt. Deze afwegingen zijn uitgewerkt in Schema III. De levensduur van de leidingen is vermeld in Bijlage 3.3.

AFWEGING IN GEVAL VAN RESTERENDE LEVENSDUUR BIJ	
SCHEMA III	WEGVERNIEUWING
T= wegvernieuwing => Kosten:	T= einde levensduur => Kosten:
<ul style="list-style-type: none"> * Kosten van afgraven en afvoeren * Verwijderen oude leiding * Kosten nieuwe leiding en leggen * Kosten aanvoeren en aanvullen grond * Algemene Kosten (20 %) <ul style="list-style-type: none"> - opzichter - voorbereiding - vergunningen * Precarioheffing; jaarlijks betalen en onafhankelijk van werkzaamheden. 	<ul style="list-style-type: none"> * Alle posten uit linkse kolom * Afbreken verharding en fundatie * Afvoeren verharding en fundatie (eventueel) * Aanbrengen verharding / fundatie * Retributieheffing voor definitief dichtstraten * vermenigvuldigen met: $1 / 1,08^J$ $J = T \text{ einde levensduur} - T \text{ wegvernieuw.}$ * Bij distributieleidingen kosten voor rijzen in rekening brengen

Voor het berekenen van de kosten van vervanging van leidingen zullen eenheidsprijzen worden gebruikt die net als de andere kosten op de Rotterdamse situatie zijn gebaseerd. De eenheidsprijzen zijn gebaseerd op "Gemeente Werken Rotterdam, 1993, Contractprijzen 1993: Krediet- en Budgetramings-prijzen". Hierin zijn de prijzen uitgesplitst per onderdeel. Deze onderdelen zijn verdeeld in activiteiten waarvoor een bepaalde prijs genoemd staat.

De boekwaarde van het leidingpakket aan het einde van de simulatieperiode is berekend volgens lineaire afschrijving. Hier wordt de boekwaarde gebruikt om de berekening af te sluiten. Dit is nodig omdat enkele leidingen nog resterende levensduur hebben. Bij de investeringsafwegingen zal de boekwaarde van de leidingen niet worden meegenomen. Dit is besloten op grond van de bevinden bij het Energiebedrijf Rotterdam. Men houdt daar de investeringen en de kosten op investeringen bij en activeert deze per 31 december op de balans als zijnde geïnvesteerd vermogen. Alle investeringen worden zo op één hoop geveegd. De investeringen op kabels- en leidingen worden over 25 jaar afgeschreven.

Wanneer een leiding wordt vernieuwd, wordt niet gekeken naar de resterende boekwaarde van de leiding. Alleen wordt gekeken naar het plaatsvinden van de wegvernieuwing (wegens lagere kosten) en de technische staat van de leiding. De gemaakte investeringsafwegingen zijn dus op realistische wijze opgebouwd.

Het discontopercentage, waarmee contant gemaakt wordt, is gebaseerd op de Onderhandse Kapitaalmarkt. Dit is de rentevoet waartegen de overheid geld kan aantrekken oftewel de kostenvoet op vreemd vermogen. Op 18 november 1994 was het effectieve rendement op de onderhandse kapitaalmarkt (25-jaar lening, door lagere overheid, niet gelijke aflossingen en vaste rente) 8,09%. Over de hoogte van de discontovoet, bij dit soort berekeningen, wordt verschillend gedacht; de invloed hiervan wordt echter in de gevoeligheidsanalyse bepaald. De overheid ziet dit soort investeringen doorgaans als een onderneming waarvoor men dit vreemde kapitaal moet aantrekken. Aan kosten in de toekomst wordt minder waarde toegekend dan aan kosten die nu gemaakt moeten worden. De investeringen in de toekomst worden contant gemaakt naar het heden door de niet gederfde rente van het te investeren bedrag af te trekken.

Op basis van de beslissingsschema's, de eenheidsprijzen en andere beschreven zaken moet het mogelijk zijn om de Volle Grond Situatie te kwantificeren. In hoofdstuk 5 wordt het draaiboek gegeven en vindt de kwantificatie plaats.

3.4 CONCLUSIES EN AANNAMEN

In deze paragraaf worden de *conclusies* uit voorgaande inventarisatie verzameld. De feiten die nog benodigd zijn om een draaiboek te kunnen ontwikkelen zullen d.m.v. *aannamen* worden vastgelegd.

Conclusies:

- Het vernieuwen van de weg zal om de 20 jaar plaatsvinden. {§ 3.3.2 tekst behorend bij Schema I}
- Stadsverwarmingsleidingen worden iedere 20 jaar gerezen. {§ 3.2.3 ad 2) Rijzen}
- De leidingbeheerder bepaalt zelf, aan de hand van Schema III, of deze de leiding vernieuwd in de 20 jaarcyclus of op een zelf te bepalen tijdstip. {§ 3.3.2 Schema III}
- Precariobelastingen zijn kosten voor de leidingbeheerders en inkomsten voor Gemeente Werken. {§ 3.3.2 Precario}
- Het discontopercentage is 8%. {§ 3.3.2 tekst onder Schema III}
- Bij de investeringsafwegingen wordt geen rekening gehouden met resterende levensduur (boekwaarde). {§ 3.3.2 tekst onder Schema III}

Aannamen:

- Wanneer de kosten voor rijzen niet bekend zijn, wordt hiervoor de halve prijs genomen van het vernieuwen van leidingen
- Op $T=0$ worden alle leidingen en de bestrating/fundering vernieuwd. De kosten hiervoor zullen worden meegerekend.
- Aan het einde van de simulatieperiode zal de resterende boekwaarde van de leidingen als kosten in rekening worden gebracht (volgens lineaire afschrijving). Dit dient om het model op een gelijkwaardige wijze voor alle leidingen af te sluiten.
- Als verharding zal een klinkerweg worden genomen.

HOOFDSTUK 4

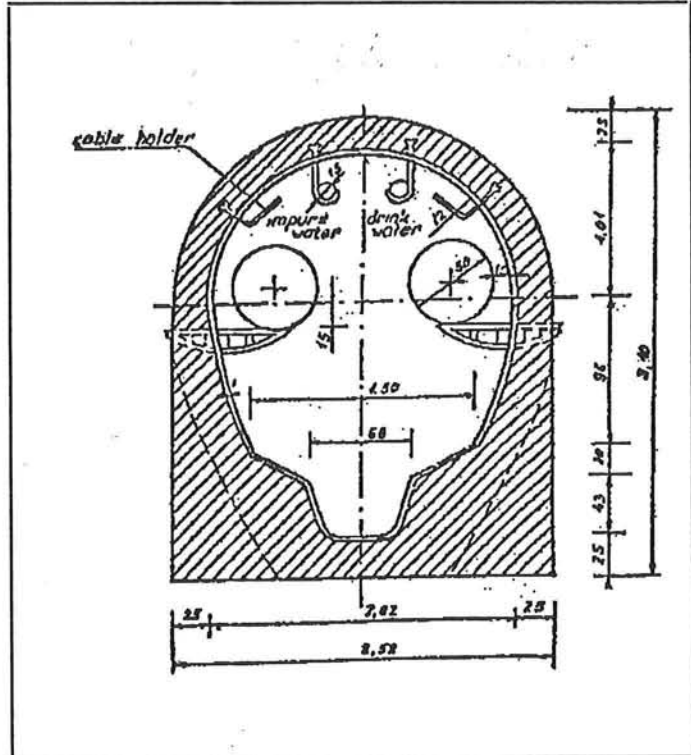
ILT SITUATIE

4.1 BESCHRIJVING VAN DE GEREALISEERDE ILT'S

4.1.1 Voorbeelden in het buitenland

Over de hele wereld zijn voorbeelden te vinden van leidingtunnels, zowel onder particulier als onder overheidsbeheer. Nu zullen een aantal illustratieve voorbeelden genoemd worden. Het leidingpakket dat in deze tunnels ligt, is per lokatie verschillend en is al dan niet gebaseerd op ervaringen.

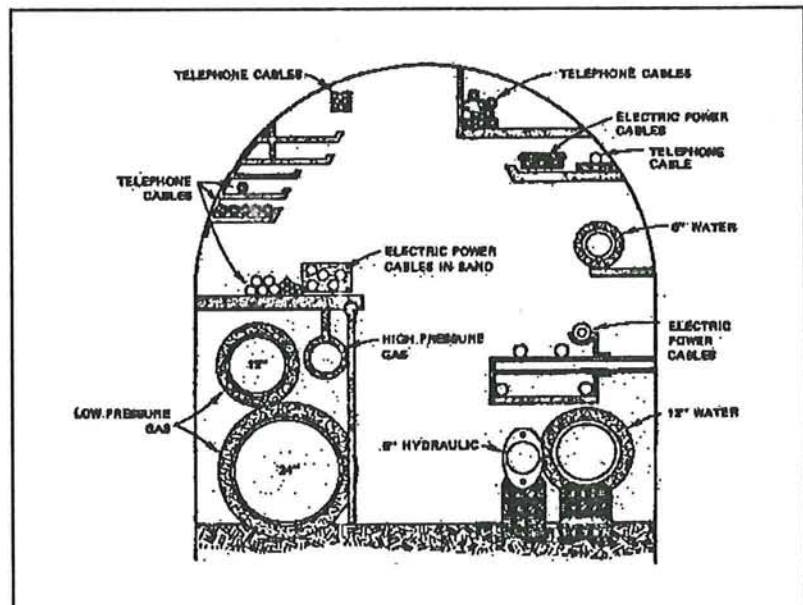
In Parijs dateren de eerste rioolstelsels van ongeveer 160 jaar geleden. Tegenwoordig bevinden zich in deze rioolstelsels ook waterleidingen en kabels voor telecommunicatie. Dit is een gegroeide situatie. Gasbuizen en hoogspanningskabels zijn meestal onder het trottoir gelegen, zie Figuur 4.1.1.a.



Figuur 4.1.1.a

In Londen bevatten de leidingtunnels wel alle verschillende voorzieningen.

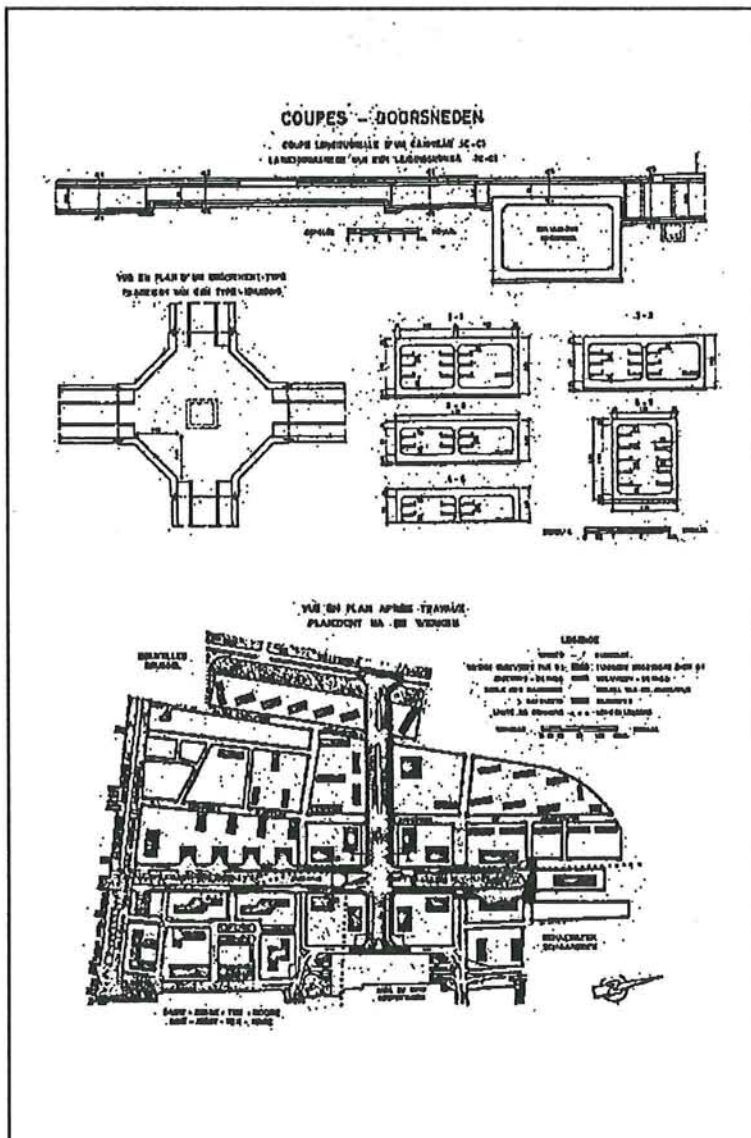
Zie Figuur 4.1.1.b.



Figuur 4.1.1.b

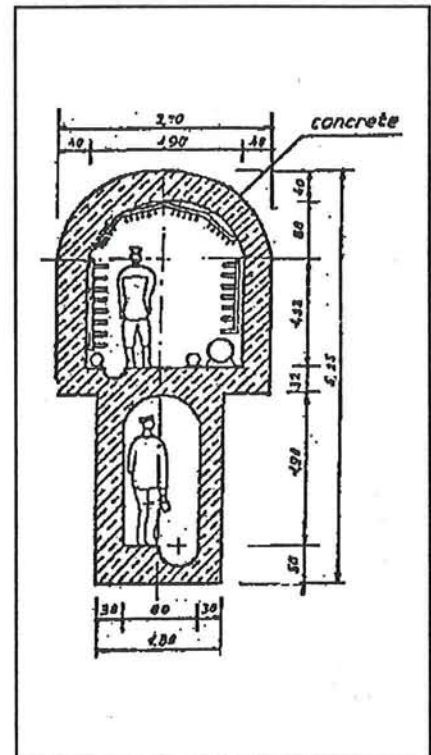
In de Verenigde Staten zijn verschillende leiding-tunnelstelsels, voornamelijk op universiteitsterreinen, vliegvelden en bij andere grote gebouwen-complexen. In stedelijke gebieden zijn tot 1980 geen leidingtunnels van betekenis aangelegd, wel worden tunnels gebruikt om andere infrastructu-rele werken te kruisen.

In Alaska zijn enkele tunnels gerealiseerd. De aan-leiding hiervoor was het voorkomen van bevriezing van water- en rioolleidingen.



Figuur 4.1.1d

gemaakt. Deze tunnel is betaald door de Staat, de stad Brussel en twee omlig-gende gemeenten. Zie Figuur 4.1.1d.

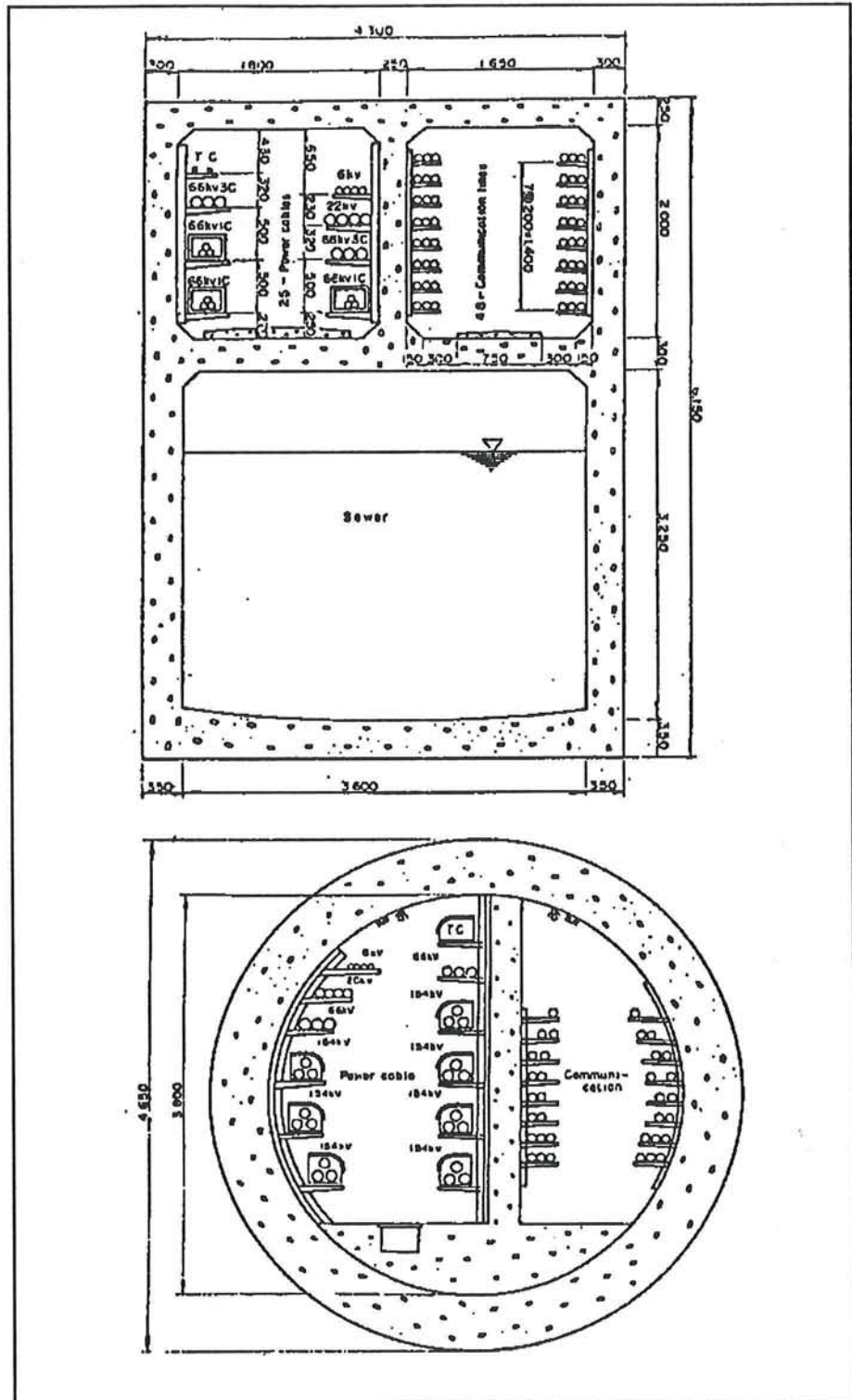


Figuur 4.1.1c

In Madrid worden gasbui-zen niet in de leidingtunnels toegelaten. Hier hebben studies uitgewezen dat door het gebruik van lei-dingtunnels de straten minder vaak opgebroken worden. Hierdoor kan de levensduur van de bestrating 2 à 3 keer groter zijn, dan bij leidingen in de volle grond. Zie Figuur 4.1.1c.

Ook in Brussel worden lei-dingtunnels toegepast. Bij de aanleg van de "Noord-wijk" is langs een 1.450 m lang weggedeelte aan beide zijden een begaanbare lei-dingtunnel van 2,4 X 1,9 m

In Japan zijn in het stedelijk gebied veel voorbeelden van leidingtunnels te vinden. Drijfveer hiervoor is vermindering van het opbreken van straten, teneinde het verkeer minder te verstoren. In 1980 was in Japan al 102,5 km openbare leidingtunnel in gebruik, met een jaarlijkse toename van ongeveer 11,5 km. Het merendeel van de tunnels wordt gebouwd volgens de wanden-dak methode en de overigen volgens de schildtunnel methode. Zie Figuur 4.1.1e. De nadruk zal in de toekomst liggen op de aanleg van leidingtunnels tussen de belangrijke steden in de dichtbevolkte gebieden en in groot-schalige stadsuitbreidingen.



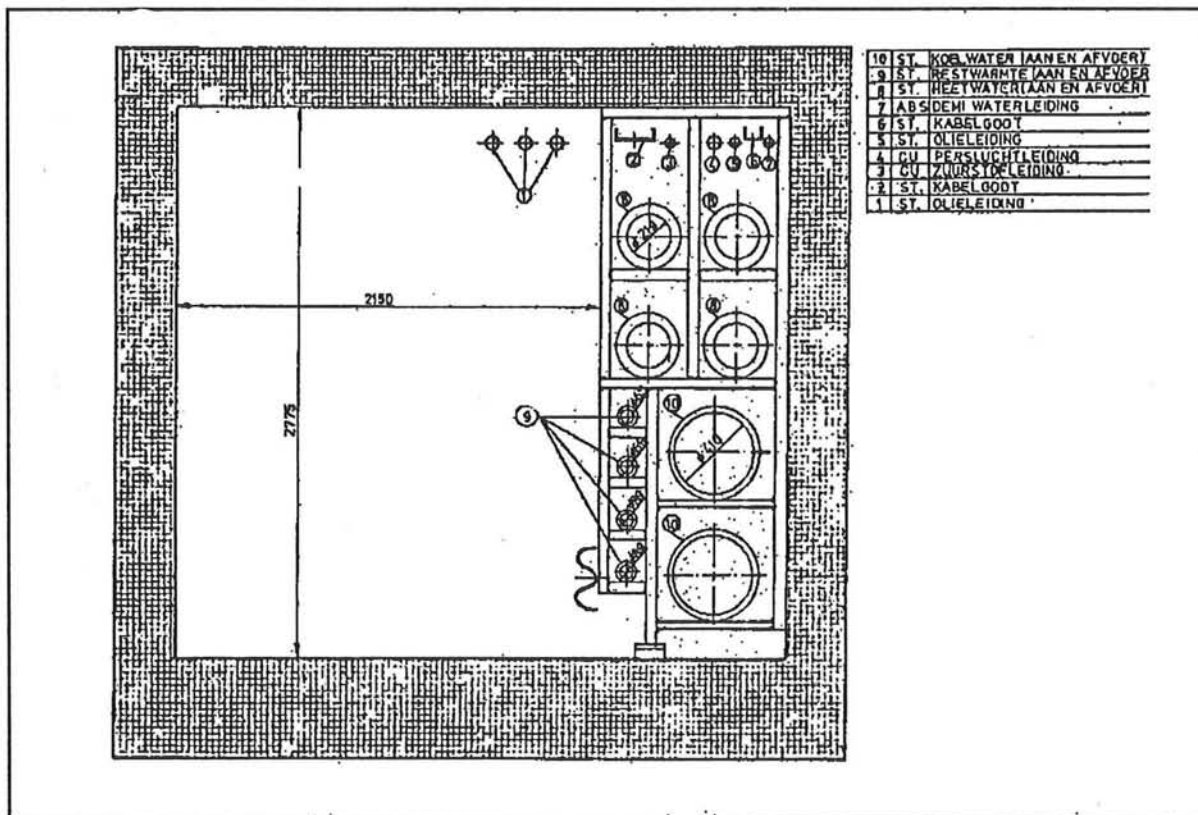
Figuur 4.1.1e

Door deze korte inventarisatie, die niet volledig is, is geprobeerd een beeld te geven van ILT's in het buitenland. {Klvi, 1980, 13 t/m 16 en Direction des Routes de Bruxelles-Capitale, 11}

Deze voorbeelden, waarbij de ILT's allen in het stedelijk gebied liggen, zullen scherp afsteken tegen de inventarisatie in Nederland. In Nederland kunnen alleen gevallen worden aangehaald waar de tunnels niet in stedelijk gebied liggen. Wel zijn hiernaar studies gedaan door o.a. Gemeente Werken Amsterdam.

4.1.2 Voorbeelden en studies in Nederland

Zoals eerder is vermeld zijn het aantal gerealiseerde leidingtunnels in Nederland gering. ILT's in het stedelijk gebied komen in het geheel niet voor.



Figuur 4.1.2a

Op de Nederlandse universiteitsterreinen komen enkele tunnels voor. Onder andere in Delft en Amsterdam.

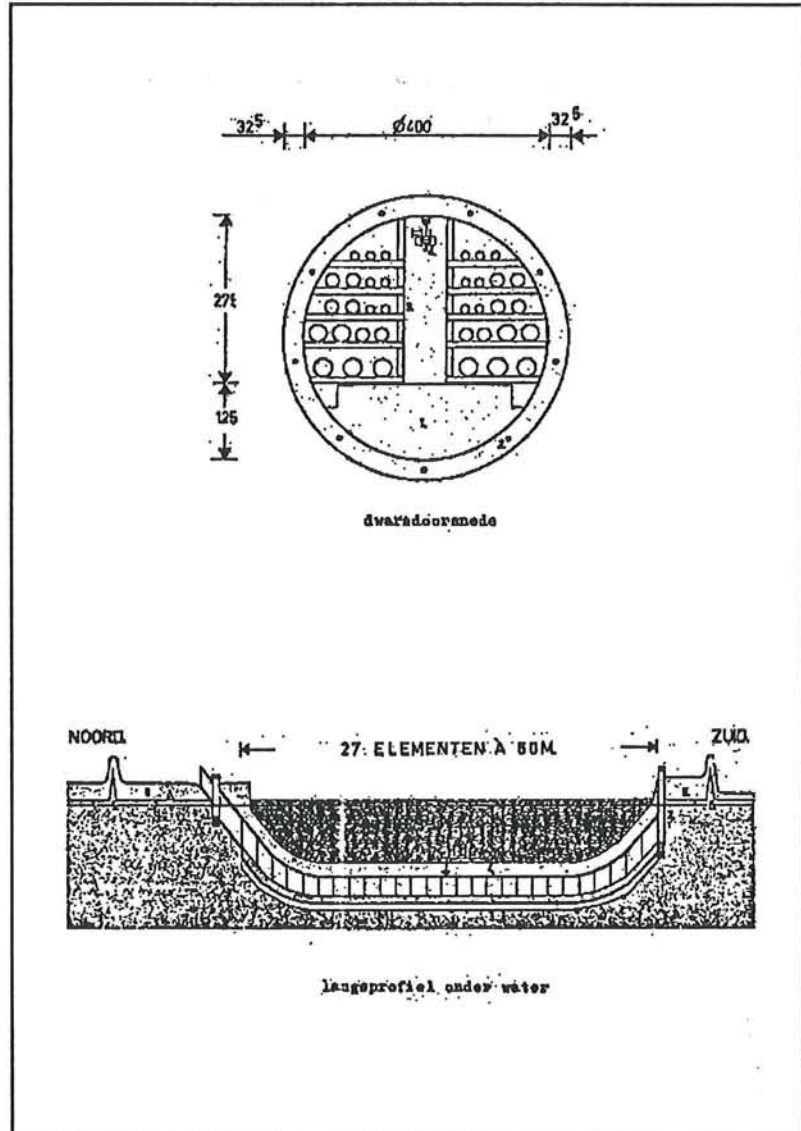
Het leidingtunnelstelsel onder de Vrije Universiteit in Amsterdam verbindt diverse gebouwen door een in totaal ± 600 m lang begaanbaar tunnelnet. De tunnel is gebouwd in een open bouwput en heeft een rechthoekige doorsnede.

Hierin bevinden zich leidingen voor verwarming (180°C), bijbehorende retourleidingen, een zuurstofleiding, een persluchtleiding en een leiding voor gedemineraliseerd water. Eveneens vindt door deze tunnels, met behulp van wagentjes, het transport van onder andere afval plaats.

De leidingen zijn op rekken aan één of aan beide zijden van de tunnel aangebracht. De resterende loopruimte in de ILT is gescheiden van het leidinggedeelte door vangrail om beschadigingen van de leidingen door de wagentjes te voorkomen. Zie Figuur 4.1.2a. {Klvi,1980, 15}

Een ander gebied waarin verschillende leidingtunnels voorkomen is Zuid-Holland en westelijk Noord Brabant. De behoefte aan buisleidingtunnels kwam hier voort uit de noodzaak om de havens en industriegebieden van Rotterdam, Moerdijk en Antwerpen met elkaar te verbinden. Ook voor de toevoer van water uit spaarbekkens en afvoer van afvalwater waren bij kruisingen met waterwegen leidingtunnels nodig. Dit gebeurde bij de Oude Maas, het Hollands Diep, de Mark, de Nieuw Roosendaalse Vliet en de Schelde-Rijnverbinding.

Voor de capaciteit van al de tunnels is uitgegaan van een 30-tal leidingen met een diameter variëren van 6" tot 24". De twee grootste tunnels zijn die onder het Hollands Diep en de Oude Maas. In een op diepte



Figuur 4.1.2b

gebaggerde geul zijn achter elkaar tunnel-elementen van 60 meter lengte, bestaande uit ronde betonnen buizen met een inwendige diameter van 4 meter, afgezonken en onderling verbonden. Aldus ontstond in het Hollands Diep een tunnel van ongeveer 1.800 meter lengte en in de Oude Maas een tunnel met een lengte van ongeveer 500 meter. In de tunnels worden buisleidingen op korte afstanden naast elkaar op leidingrekken gelegd. De leidingdikte is 20% groter dan gebruikelijk.

Ten behoeve van de in- en uitvoer en de expansie van de buisleidingen zijn

speciaal ontworpen kelders op beide oevers gemaakt alsmede aan één zijde een voorziening voor het intrekken van leidingen.

Naast verlichting en pompen zijn met het oog op beveiliging een ventilatie en een uitvoerig meet- en regelsysteem, waaronder gasdetectie, aangebracht. Dit alles in explosieveilige uitvoering. Zie Figuur 4.1.2b.

In 1978 werd de Stichting Buisleidingenstraat Zuidwest Nederland opgericht als definitief beheerlichaam. Het bestuur van de stichting is de Raad van Beheer, hierin zitten onder andere leden van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Landbouw en Visserij, Economische zaken en Financiën.

De stichting is ingesteld t.b.v. de doelmatige uitvoering van de werkzaamheden. Het beheer en onderhoud van de leidingen is een zaak voor de leidingeigenaren, waarbij het bureau van de stichting zo veel mogelijk behulpzaam is. Het beheer en onderhoud van de buisleidingenstraat en de daartoe behorende kunstwerken geschiedt door of in opdracht van het bureau van de stichting. {Bureau Stichting Buisleidingenstraat Zuid-West Nederland, 2 t/m 6, 15, 16}

Naar de toepassing van ILT's in stedelijke gebieden zijn wel onderzoeken gedaan. Twee hiervan zullen belicht worden en deze zijn beiden verricht in Amsterdam.

De eerste studie is getiteld "Oriënterende studie betreffende de mogelijkheden van: goten cq. tunnels voor kabels en leidingen, gebaseerd op een lokatie in Gaasperdam" {Bron 3}. Dit onderzoek gaat uit van een "straatje" in een uitbreidingsgebied. De conclusie van het onderzoek luidt: "Door de diensten en bedrijven wordt aanbevolen om het onderzoek voor situaties in buitenwijken als voltooid en het toepassen van tunnels voor kabels en leidingen aldaar als niet haalbaar te beschouwen."

Als aanbeveling wordt dan ook gezegd dat tunnel-oplossingen wel in aanmerking komen bij:

- knelpunten in de binnenstad;
- hoge en dicht op elkaar gesitueerde bebouwing (Manhattan situatie);
- kruising met primaire wegen of water- en spoorwegen.

Goten voor kabels en leidingen worden hierbij als niet realistisch gezien in stedelijk gebied. Men geeft hiervoor de volgende redenen:

- bij diep gelegen goten moet men eerst grond ontgraven en dan zware deksels optillen;
- goten met deksels op straatniveau veroorzaken problemen met betrekking tot beveiliging van het inventaris, telefoongeheim en bevroering.

Er kan gesteld worden, dat in drukke binnensteden de ILT's een oplossing is. Opvallend is wel dat hierin niet over lange termijn voordelen en in verband hiermee financiële zaken wordt gesproken. Men is tot "deze conclusie gekomen zonder dat een kosten/baten analyse van de onderhavige studie heeft plaatsgevonden". {Bron 3, 37}

De tweede studie is getiteld: "Advies over het leggen van een kabels- en leidingengoot of - tunnel onder het Damrak" {Bron 2}.

Ook hier vinden we weer soortgelijke conclusies:

- het aanleggen van een goot t.b.v. kabels en leidingen wordt niet haalbaar beschouwd;
- het aanleggen van een tunnel wordt vanwege de hoge kosten afgeraden.

Eén punt uit dit onderzoek was zeer opvallend. Zonder ondersteuning van een financiële analyse werd gesteld dat de ILT zowel qua aanleg als exploitatie duur was !

Nu kan weer geappelleerd worden aan de doelstelling van dit afstudeerwerk, namelijk inzicht verschaffen in de kostenaspecten van een ILT in vergelijking met leidingen in de volle grond op lange termijn.

Beide hiervoor beschreven onderzoeken concluderen dat in druk stedelijk gebied de ILT nuttig is. Beide onderzoeken veronderstellen dat de ILT ook een dure oplossing is.

Wellicht is het realiseren van ILT's in Nederland zo in-populair wegens het weinige inzicht in de kostenaspecten op lange termijn. Vandaar ook dat in Nederland goed gekeken moet worden naar de financiële voor- en nadelen van het exploiteren van leidingen in een tunnel. Hiermee wordt weer het nut van dit onderzoek benadrukt.

4.2 VEILIGHEID VAN EEN ILT

4.2.1 Zekerheid van leverantie door de nutsvoorzieningen

Een belangrijk punt bij de veiligheid van leidingen in een ILT is de waarborging van de levering van diensten/produkten. De zekerheid van leverantie van leidingen in een ILT mag zeker niet lager zijn dan die van leidingen in de grond.

De berekende kansen op storingen cq. ongewone voorvallen aan leidingen, die een storing in de levering van de nutsvoorzieningen veroorzaken, bedragen:

	ILT (per 500 m)	Grond (per 500 m)
Gasleiding	$1,4 \times 10^{-6}/\text{jaar}$	$0,65 \times 10^{-3}/\text{jaar}$
Elektriciteitsleiding	$1,13 \times 10^{-6}/\text{jaar}$	$4,2 \times 10^{-3}/\text{jaar}$

{Bron NSTT/Klvi, 65}

Uit deze gegevens blijkt dat de zekerheid van leverantie door leidingen in een leidingtunnel groter is door bij leidingen in de grond.

Bij de berekening zijn nog wel enkele kanttekeningen te maken.

- Een belangrijke voorwaarde om een veilige situatie te realiseren is het installeren van veiligheidsvoorzieningen en het naleven van voorschriften.
- Het zal duidelijk zijn dat het aantal factoren dat de veiligheid van een ILT beïnvloedt, zeer groot is. De getallen zoals deze hier worden verstrekt zijn gebaseerd op een rechte ILT, waarin alleen leidingen aangebracht worden die een transportfunctie hebben. Ook is geen rekening gehouden met aansluitingen en aftakkingen van de ILT.
- Bijzondere aandacht dient te worden geschonken aan het invoeren van leidingen in een ILT. Hier zullen voorzieningen moeten worden getroffen die bij elke overgang van een onderheide naar een niet-onderheide constructie worden toegepast.

De belangrijkste reden waarom het risico van storing in de leverantie van leidingen in een ILT lager is, is omdat grondwerkzaamheden als risicofactor voor het beschadigen van leidingen vervallen. Hierdoor is de kans op storing in een ILT door invloeden van buitenaf geringer en door een betere signalering is een eventuele storing sneller te verhelpen. Door adequate veiligheidsvoorzieningen neemt het risico op storing en calamiteit af.

Door de werkgroep van de NSTT is deze berekening uitgewerkt op basis van statistische gegevens van faaloorzaken en faalfrequenties van olie-, gas- en elektrische leidingen. Men is er vanuit gegaan dat de ILT in stedelijk gebied is

gelegen, waarbij er zich in de ILT twee gas- en drie electriciteitsleidingen bevinden.

4.2.2 Bepalen van het faalmechanisme van leidingen in een ILT

De cijfers die hier worden gegeven zijn een voortvloeijsel van de berekening in de vorige paragraaf. Hier zal de kans op het optreden van een faalmechanisme voor leidingen in een ILT en in volle grond worden vergeleken.

	ILT (per 500 m)	Grond (per 500 m)
Optreden faal-mechanisme	$5,14 \times 10^{-14}$ /jaar	$6,3 \times 10^{-6}$ /jaar

{Bron NSTT/Kivl, 42, 44}

Uit deze berekening kan worden geconcludeerd dat leidingen in een ILT op een hoger veiligheidsniveau liggen dan leidingen in de volle grond. Bovendien is de kans dat een gevaarlijke situatie ontstaat, terwijl er personen in de ILT aanwezig zijn, lager dan de veiligheidsniveaus gehanteerd in het Nationaal Milieubeleid Plan ($1,26 \times 10^{-9}$ per jaar).

Globaal kan gezegd worden dat er een buffer is gecreëerd tussen leidingen en omgeving maar ook een buffer is verwijderd tussen de leidingen onderling. De positieve invloed van het eerste feit is duidelijk hoger dan de negatieve invloed van het tweede feit.

Om dit lage risiconiveau te bereiken is het noodzakelijk dat het ontwerp van de ILT goed is en de uitvoering correct geschiedt. Anders zouden risico's moeten worden toegevoegd voor het bezwijken, lekken, verzakken of verdraaien van de ILT en de problemen die dan optreden met het leidingpakket.

Enkele kanttekeningen moeten worden gemaakt bij de vergelijking tussen de twee beschouwde situaties:

- in een ILT kan een explosief mengsel ontstaan, hetgeen in de volle grond in mindere mate mogelijk is;
- een ILT kan, over de lengte, exploderen. In de volle grond zal een explosie meer een lokaal karakter hebben;
- in een ILT zijn voorzorgsmaatregelen getroffen, waardoor een explosieve situatie kan worden gesignaleerd en voorkomen;
- leidingen liggen in een ILT veel beter beschermd dan in de volle grond.

Deze berekeningen geven een goede indicatie van de veiligheidsniveaus bij het gebruik van een ILT en bij een situatie dat leidingen in de volle grond liggen.

4.3 ONTWERP VAN EEN ILT

4.3.1 Algemeen

Wanneer men spreekt over functioneel ontwerpen is het belangrijk om het te ontwerpen object in samenhang met zijn omgeving te zien.

Het produkt van het ontwerpproces moet in zijn context, in dit geval het bestaande infrastructuursysteem, gezien worden.

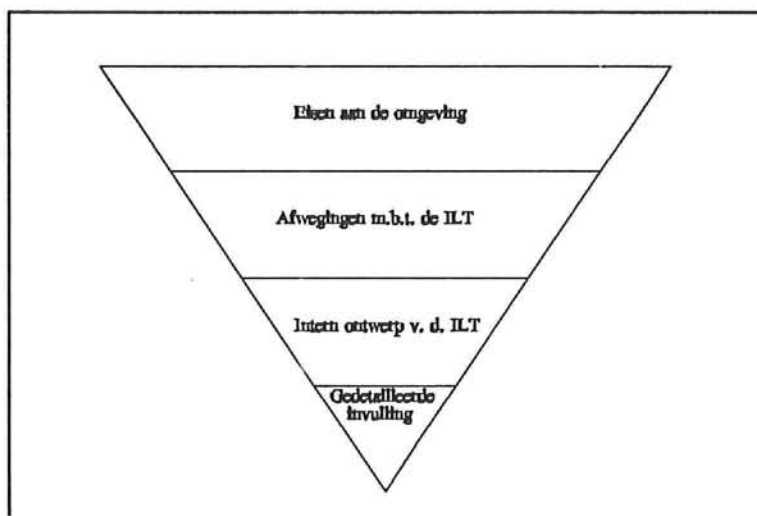
Dit proces kan worden voorgesteld door een piramide die op zijn punt staat en in vier lagen is verdeeld, zie Figuur 4.3.1

De bovenste laag, het breedste deel van de piramide, beschrijft de "*Eisen aan de omgeving*" van de ILT. Dit wordt beschreven in paragraaf 4.3.2. In welke steden (of wijken) kan de ILT het beste worden gebouwd? Welke grondslag is het meeste geschikt? En met welke organisatie moet de ILT worden beheerd.

De hierna volgende fase, die al iets toegespitst is, geeft enkele "*Afwegingen m.b.t. de ILT*".

Hoe moet in de omgeving zoals is omschreven de ILT uitgevoerd worden?

Kiest men voor een ILT met grote diameter waarin men kan lopen of voor een kleine niet begaanbare ILT en wat zijn de voor- en nadelen van beiden? Is er nog voorkeur voor een bepaald materiaal? Deze zaken worden beschreven in paragraaf 4.3.3.



Figuur 4.3.1

De hierop volgende fase geeft aan hoe het "*Intern ontwerp van de ILT*" eruit ziet en welke leidingen erin komen. Dit is terug te vinden in paragraaf 4.3.4. Ten overvloede wellicht, maar de ILT Situatie bepaalt met welk leidingpakket het model wordt doorgerekend. Aan de hand van de omgeving waarvoor de ILT bedoeld is kan de capaciteit van de leidingen worden vastgesteld (aantal en diameter). Bij een bepaald leidingpakket behoort een aantal voorzieningen om de veiligheid te waarborgen, zoals is beschreven in hoofdstuk 4.2. De voorzieningen en leidingen die bepaald zijn moeten nog ruimtelijk ingedeeld worden, waarbij bij een begaanbare ILT ook nog ruimte moet worden gereserveerd voor inspectie en transport.

Als laatste fase de "*Gedetailleerde invulling*" in paragraaf 4.3.5. Hieraan zal weinig aandacht worden besteed omdat dit niet noodzakelijk is voor de bepaling van het prijskaartje van de ILT. Enkele nader te bepalen zaken zullen worden aangegeven en factoren die hier invloed op hebben.

Hiermee is de logische opbouw van hoofdstuk 4.3 aangegeven.

4.3.2 Eisen aan de omgeving

In paragraaf 4.3.1 is beschreven dat er eisen moeten worden gesteld aan het gebied (de soort wijk), de soort grondslag en de organisatie t.b.v. de ILT.

Dit zijn de invloedsfactoren die bepalen of de ILT een optie is voor een bepaald gebied.

Beperking van het toepassingsgebied.

In de Inleiding in hoofdstuk 1 is het beeld geschetst van steden waar een grote toename is geweest van het aantal leidingen. De reden hiervan is de stijging van voorzieningen t.b.v. woningen en gebouwen. Omdat ruimte schaars is in het binnenstedelijk gebied, is dit juist de omgeving waar naar andere methoden gezocht moet worden om nieuwe leidingen te kunnen leggen.

Kabels en leidingen leveren in het drukke stedelijk gebied problemen op, deze gebieden zijn zeer geschikt om de mogelijkheden van de ILT aan te spreken. Dit was ook één van de conclusies van ing. Brink {Bron 3, blz. 5}: "Door diensten en bedrijven wordt aanbevolen om het onderzoek voor situaties in buitenwijken als voltooid en het toepassen van tunnels voor kabels en leidingen aldaar als niet haalbaar te beschouwen.

Het toepassen van tunneloplossingen is wel mogelijk bij:

- knelpunten in binnensteden;
- hoge dicht op elkaar gesitueerde woon- en werktorens (Manhattan situatie);
- kruisingen van primaire wegen en spoorwegen."

Enkele voorwaarden waaraan het gebied moet voldoen:

- weinig beschikbare ruimte om nieuwe leidingen bij te kunnen leggen (denk aan de drukke steden in de Randstad);
- hoge verkeersdichtheid op de bovengrond;
- hoge graad van benutting van de ondergrond;
- de ILT moet een gehele wijk kunnen voorzien van nutsaansluitingen (ringleiding-systeem) omdat anders de voordelen van te plaatselijke aard zijn;
- geen woongebied maar Manhattan-situatie (veel grote gebouwen) zodat de ILT bijvoorbeeld om de 50 meter of meer afgetakt wordt en de distributieleidingen naar de bebouwing kunnen lopen;
- eenvoudig aftakken van leidingen in de ILT, in Oost-Duitsland laat men de ILT door de kelderruimten lopen van grote gebouwen en hier kan de aftakking van de distributieleidingen gemaakt worden;

Grondslag.

De mogelijkheid om op staal te funderen (d.w.z zonder heipalen) moet d.m.v. grondonderzoek in iedere situatie onderzocht worden. Aangezien het mogelijk is om de ILT "gewichtloos" te maken (de totale ILT weegt even zwaar als het volume verwijderde grond) is deze mogelijkheid niet uitgesloten.

Wanneer er besloten wordt om de ILT niet te funderen op palen betekent dit dat deze meezakt met de eventuele bovengrond. In het kader van de veiligheid van de ILT (zie de opmerking hierover in paragraaf 4.2.2) moet dan wel nadere studie plaatsvinden. Dit zou kunnen resulteren in een stijver uitgevoerde ILT.

Het funderen van de ILT op palen is alleen mogelijk wanneer voor een traditioneel gebouwde versie wordt gekozen. In het geval van Gemeente Rotterdam, waar overal een slechte grondslag is, moet gedacht worden aan een gefundeerde- of een meezakkende ILT. De op palen gefundeerde ILT zal na enkele jaren zichtbaar worden in het wegdek.

Op staal funderen zonder noemenswaardige zakking is in Rotterdam niet mogelijk (gemiddelde verzakking is 2,5 cm/jaar). Dit betekent dat een ILT in gebieden met slechte grondslag duurder is (door de paalfundering of stijvere constructie) en dus minder snel als haalbaar wordt beschouwd dan in gebieden met weinig zetting.

In de kwantificatie van het model zal geen rekening gehouden worden met de funderingsconstructie; er zal dus worden uitgegaan van een meezakkende ILT.

Organisatie.

Aan een gemeente die een ILT wil bouwen moet de vereiste worden gesteld dat deze in staat is om een goed beheerapparaat in werking te stellen.

Er moeten regelingen worden opgesteld m.b.t.:

- toegang tot en gebruik van de ILT;
- schoonhouden van de ILT;
- bewaking van de ILT tegen derden;
- coördinatie tussen diensten en bedrijven die gebruik maken van de ILT.

Omdat de leidingbeheerders eisen dat de leidingen 24 uur per dag bereikbaar zijn is het ook logisch dat deze organisatie altijd bereikbaar is en dienst kan verlenen. Voor de eerder genoemde buisleidingstraat tussen Rotterdam, Moerdijk en Antwerpen is speciaal een organisatie in het leven geroepen die zich enkel en alleen bezighoudt met het beheer hiervan.

4.3.3 Afwegingen m.b.t de ILT

Zoals is vermeld worden nu enkele beschouwingen gegeven over de ILT.

Hoe wordt de leidingtunnel uitgevoerd en wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende methoden?

Welke ILT wordt het geschiktste geacht, een begaanbare of een niet-begaanbare?

Ook heeft de keuze tussen een begaanbare en een niet-begaanbare ILT invloed op de uitvoeringstechniek!

Daarom zal nu eerst een opsomming volgen van de voor- en nadelen van de verschillende uitvoeringsmethoden (boren en traditioneel bouwen). Hieruit kunnen criteria worden verkregen.

Dan kan een opsomming worden gegeven van de voor- en nadelen van een begaanbare of niet-begaanbare ILT. Ook hieruit komen weer criteria voort.

De criteria moeten nu op hun respectievelijke gewicht worden ingeschaald waarna vier alternatieven kunnen worden beoordeeld in een Multi Criteria Analyse:

- begaanbare en geboorde ILT;
- begaanbare en traditioneel gebouwde ILT;
- niet-begaanbare en geboorde ILT;
- niet-begaanbare en traditioneel gebouwde ILT.

Uitvoeringsmethodieken.

Aangezien het voorkomen van maatschappelijke problemen het grote voordeel is van de ILT zou men kunnen denken dat het onvermijdelijk is te kiezen voor een sleufloze techniek zoals bijvoorbeeld een gestuurde boring. Maar in het geval van Gemeente Rotterdam bestaat de mogelijkheid om de wegvernieuwingscyclus te benutten voor de realisatie van de ILT. Hierdoor biedt het bouwen van een ILT vanaf de bovengrond ook voordelen.

De bovengrond (straat) hoeft daarbij niet lang open te liggen.

Voordelen van een geboorde ILT:

- geen problemen bij ondergrondse kruising;
- geen hinder voor wegverkeer;
- minder belasting voor de omgeving door beperkt grondverzet en geluidshinder;
- geen grondwaterveranderingen;
- grote vrijheid van te volgen traject.

Nadelen van een geboorde ILT:

- hoge kosten;
- geen ervaringen in Nederland in stedelijk gebied;
- moeilijk toepasbaar in Rotterdamse veengronden;
- moeilijk te funderen.

Voordelen van een traditioneel gebouwde ILT:

- beperkte kosten;
- volop ervaring in stedelijk gebied;
- eenvoudig te funderen.

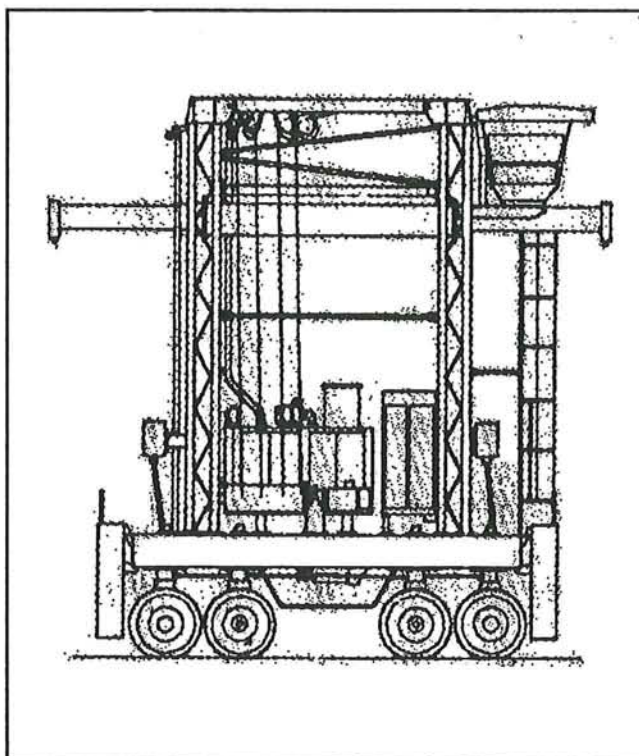
Nadelen van een traditioneel gebouwde ILT:

- grote problemen bij kruising met andere ondergrondse infrastructuur;

-
- meer hinder voor wegverkeer en omgeving;
 - groter ruimtebeslag op de toch al druk gebruikte bovengrond (wegens de bouwput);
 - problemen bij ingrepen in de grondwaterstand in dicht bebouwd gebied;
 - traject wordt meestal bepaald door de vrije ruimte tussen de bebouwing en volgt daarmee vaak het wegennet.

{KIVI, 1988, 12}

Beide alternatieven zijn dus realistisch en hebben eigen voor- en nadelen in geval van gemeente Rotterdam.



Figuur 4.3.3a

E.e.a. kan nog worden opgemerkt om hinder tijdens de bouwfase, bij traditionele technieken, te minimaliseren. Wanneer goed wordt nagedacht over de bouwlogistiek is het mogelijk om de bovengrondse processen weinig te verstoren. De volgende suggesties worden gedaan.

- Bouwputlengte, de lengte waarover de straat geopend is, maximaal 50 meter.
- Werken met prefab tunnelelementen die snel aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Hierin kan al veel van de interne installaties, voorzieningen en leidingen worden voorgemonteerd.
- Bouwplaats en opslag op een andere lokatie dan de bouwput zodat het ruimtebeslag minimaal blijft.
- Bouwputbreedte minimaal houden door met damwandscherm of soortge

-
- lijke oplossing te werken (zie hoofdstuk 6.3; maatschappelijke kosten zijn afhankelijk van het oppervlak van de bouwput).
- Eventueel werken met een straddle-carrier, zie afbeelding 4.3.3a, die in de Rotterdamse havens gebruikt wordt. Deze transporteert het tunnel-element van de bouwplaats naar de bouwput waar het voertuig boven de bouwput rijdt en het element op de plaats laat zakken.
 - Wat betreft de materiaalkeuze zijn er vele mogelijkheden die geschikt zijn.

Welke criteria t.b.v. de MCA vloeien uit de voor- en nadelen van de verschillende bouwmethoden voort?

- Problemen bij kruising met bestaande infrastructurale werken.
- Ervaring met de uitvoeringstechniek in Nederland.
- Afhankelijkheid van de bodemgesteldheid.
- Veroorzaakte hinder en verstoring tijdens de bouwfase.
- Investerings- en geschatte kosten.

Begaanbare of niet-begaanbare ILT.

In deze paragraaf zullen de voor- en nadelen worden gegeven van een begaanbare en niet-begaanbare ILT.

Hieronder wordt voor beiden een mogelijk alternatief getoond. Hierbij valt direct het grote verschil in doorsnede op. Zie Figuur 4.3.3b en 4.3.3c

Voordelen van een begaanbare ILT:

- de leidingen kunnen onder geconditioneerde omstandigheden in de ILT worden gehouden dit geeft een langere levensduur;
- toegangschachten zijn benodigd om de 1800 meter {Stichting Buisleidingstraat ..., 6};
- er is meer vrijheid in de manier van aanbrengen van de leidingen in de ILT, voert men de totale leiding in of stelt men deze samen in de ILT;
- inspectie en onderhoud van een leiding in de ILT is eenvoudig, dit is zeer belangrijk omdat de diensten en bedrijven 24 uur bereikbaarheid eisen {ing. F. Brink, 4}.

Nadelen van een begaanbare ILT:

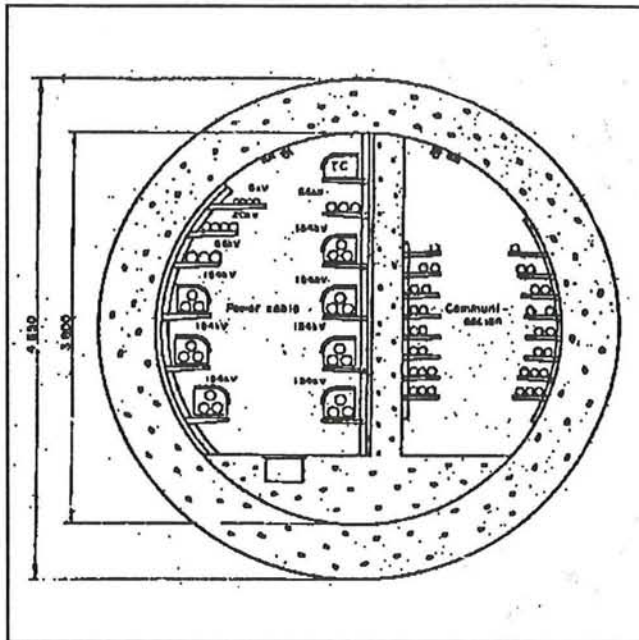
- realisatiekosten zijn hoger dan bij een niet-begaanbare ILT, deze zijn namelijk van de grootte van de doorsnede afhankelijk.

Voordelen van een niet-begaanbare ILT:

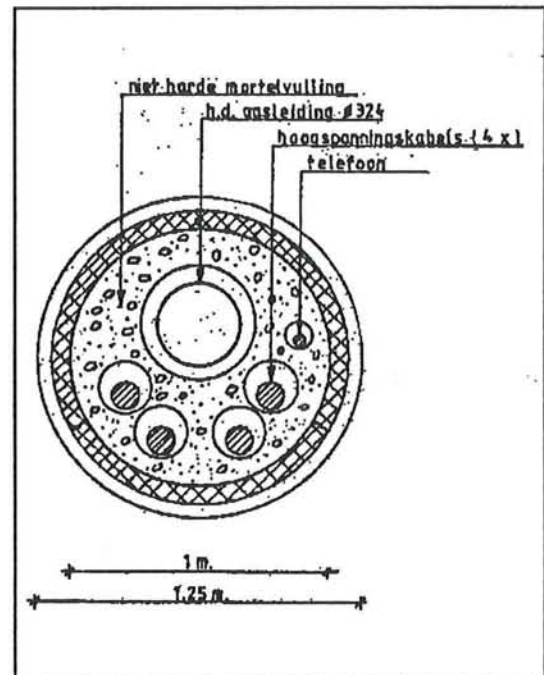
- realisatiekosten zijn laag in vergelijking met de begaanbare ILT.

Nadelen van een niet-begaanbare ILT:

- geregeld onderhoud en inspectie is ingewikkeld;
- klimaatbeheersing in een niet-begaanbare ILT ligt niet voor de hand: de levensduur van de leidingen zal korter zijn dan de levensduur van leidingen in een begaanbare ILT;



Figuur 4.3.3b



Figuur 4.3.3c

- om kabels en leidingen in een niet-begaanbare ILT te trekken zijn om de 300 m kabelhaspels nodig, hiervoor zijn toegangsschachten benodigd die een verstoring geven in de bovengrondse infrastructuur;
- het aanbrengen van de leidingen is ingewikkelder dan in een begaanbare ILT daarom mogen de tunnelelementen slechts een geringe boogstraal hebben;
- inspectie van leidingen nadat deze zijn ingetrokken is moeilijk.

De uit dit gedeelte voortvloeiende criteria voor de MCA zijn de volgende.

- Investerings en geschatte kosten.
- Hinder en verstoring tijdens de bouwfase.
- Moeilijkheidsgraad van het aanbrengen van de leidingen.
- Moeilijkheidsgraad van inspectie en onderhoud aan de leidingen.

De criteria m.b.t. de investeringskosten en hinder in de bouwfase komen zowel voort uit de beschrijving van de uitvoeringstechnieken als uit de mate van begaanbaarheid van de ILT. Het is dus logisch dat deze twee criteria in Bijlage 4.3A, Weging van de criteria, een hoog gewicht hebben. Het criterium "Ervaring in NL" kreeg een wegingsfactor 0 en kan dus worden weggelaten in de MCA.

Hieronder volgt de MCA voor de bovenbeschreven criteria en alternatieven. Uit de MCA kan geconcludeerd worden dat de begaanbare ILT die op traditionele wijze vanaf de straat wordt gebouwd, in dit verdere afstudeerverslag zal worden uitgewerkt en in het model zal worden gekwantificeerd m.b.t. de kosten op de lange termijn.

	Gewichten	Begaanbare en Geboorde ILT	Begaanbare en Traditioneel gebouwde ILT	Niet-Begaanbare en Geboorde ILT	Niet-Begaanbare en Traditioneel gebouwde ILT
Kruising bestaande infra	2	+	-	+	-
Afhankelijkheid bodemgesteldheid	4	-	+	-	+
Hinder en verstoring bouwfase	5	+	-	+	-
Investing	6	--	+	-	++
Aanbrengen leidingen	3	+	+	-	-
Inspectie leidingen	3	+	+	-	-
Score per alternatief		3-	9+	9-	3+

De gehanteerde scores hebben de volgende betekenis:

- ++ => beter
- + => goed
- 0 => neutraal
- => slecht
- => slechter

4.3.4 Intern ontwerp van de ILT

Leidingen kunnen elkaar beïnvloeden. De leidingen dienen zodanig in een ILT te worden aangebracht, dat deze eventuele beïnvloeding minimaal is. De leiding die een ongewenste invloed uitoefent, bijvoorbeeld warmte uitstraalt of een electro-magnetisch veld veroorzaakt, dient zodanig geïsoleerd te zijn dat de uitstraling naar de andere leidingen en naar inspectie- en onderhoudspersoneel op een voldoende laag niveau blijft.

In dit hoofdstuk zullen de volgende zaken besproken worden.

- Welke leidingen kunnen ondergebracht worden in een ILT? Hierbij worden ervaringen uit het buitenland aangehaald maar ook de opmerkingen van de leidingbeheerders in Amsterdam uit een studie naar de toepasbaarheid van een ILT.
- Welke voorzieningen zijn nodig? Hierbij zal een schema worden gegeven dat de soort van beïnvloeding van leidingen onderling weergeeft en de maatregelen om deze beïnvloeding tegen te gaan.

Wanneer bekend is welke leidingen in de ILT gelegd kunnen worden is feitelijk bepaald welk leidingpakket in het model gekwantificeerd wordt. Voor het bepalen van de capaciteit van de leidingen kan als volgt te werk worden gegaan.

Bij het bepalen van de capaciteit van de nutsvoorzieningen van een woonwijk gaat men als volgt te werk.

- Hoe groot is het oppervlak van de woonwijk?
- Hoeveel wooneenheden zijn er per oppervlakte-eenheid?
- Vermenigvuldig deze getallen met de verbruiksnormen per wooneenheid.

Het bepalen van de benodigde capaciteit voor een gebied in de Manhattan-situatie is niet zo eenvoudig als voor een woonwijk. De klant bepaalt zelf hoeveel beschikbaar vermogen hij wenst en de nutsbedrijven installeren de voorzieningen daarvoor. Om een realistisch leidingpakket te kiezen wordt een bepaalde straat in Rotterdam genomen die de voedingsader is voor zo'n Manhattan-gebied. Hiervoor is als basis de Galvanistraat genomen waaraan enkele grote kantoorgebouwen en instanties zijn gelegen. Het in het model door te rekenen leidingpakket is hierdoor op realistische wijze bepaald.

Aan het eind van dit hoofdstuk kan dus een volledig beeld worden gegeven van de toe te laten leidingen in een ILT en de bij dit leidingpakket behorende voorzieningen. Het is dan mogelijk een leidingtunnel in te richten inclusief de veiligheidsmaatregelen.

Onder te brengen leidingen in een ILT.

Zoals al eerder is vermeld is het erg belangrijk om de karakteristieken van de verschillende kabels en leidingen te kennen wanneer men overweegt om deze in een ILT te plaatsen.

DEGREE OF ACCOMMODATION OF UTILITY SERVICES IN EXISTING UTILITY TUNNELS

UTILITY TUNNEL APPLICATION	UTILITY SERVICE							
	Central Heating	Central Cooling	Water	Sewer	Gas	Electric Power	Telephones & Telegraph	Other Communications
1. U. S. Institutional	General	General	General	Limited	Limited	General ¹	General	General
2. Cold Climate Municipal and Government	General	N.A. ²	General	General	N.A.	Limited	Limited	Limited
3. U.S. Utility Owned	N.A. ³	N.A.	Limited	N.A.	Limited	General	General ⁴	N.A.
4. Foreign:								
a. England	Limited	Limited	General	Limited	General	General	General	General
b. France	N.A.	N.A.	General	General	Prohibited	Limited	General	General
c. Spain	N.A.	N.A.	General	Limited	Prohibited	General ⁵	General	General
d. East Germany	General	N.A.	General	Limited	General	General ⁶	General	General
e. Russia	General	N.A.	General	Limited	Prohibited	General	General	General
f. Japan	N.A.	N.A.	General	Limited	General	General	General	General

Notes: 1. Generally limited to medium (~ 14 kv) distribution voltages.
 2. Not Applicable. Utility not present in area served.
 3. High pressure steam lines are included.
 4. Including transmission voltages to 345 kv.
 5. To 30 kv.
 6. To 30 kv.

De inventarisatie die in Amerika is gemaakt, zie Figuur 4.3.4a, laat al zien dat de verschillende beheerders, maar ook verschillende landen anders tegenover bepaalde combinaties van leidingen in een ILT staan. {W.J.M. Bots, Bijlage 23}

Er zijn bijvoorbeeld combinaties die bepaalde landen niet verenigd willen zien in een leidingtunnel.

Wanneer men een lekkende gasleiding heeft in een ILT en een elektriciteitsleiding die vonkt, is er explosiegevaar.

Een waterleiding kan ervoor zorgen dat een vonk van een elektriciteitsleiding kortsluiting veroorzaakt.

Amerika combineert wel water en elektriciteit, maar geen gas en elektriciteit. Engeland past beide combinaties toe, evenals Oost-Duitsland en Japan.

Rusland verbiedt gasleidingen wegens explosiegevaar. Ook is het opvallend dat riolering bijna nergens wordt ingepast.

Nu zal een overzicht worden gegeven van de problemen die ontstaan en voorzieningen die benodigd zijn wanneer verschillende leidingsystemen in een ILT worden gelegd.

Riolering.

Plaatsing van een riolering in een ILT levert de volgende problemen op.

- Riolering moet onder verval liggen, het ruimtebeslag neemt toe.
- Bij lekken van rioolvocht kunnen soms explosieve en agressieve gassen ontstaan.
- Rondom is vrije ruimte benodigd ten behoeve van ontstopping.

Voorzieningen.

- In een ILT alleen rioolpersleidingen toepassen, deze hebben een geringere diameter.
- Persleiding zijn doorgaans gelaste stalen leidingen. Deze aansluitingen zijn ook beter gas- en waterdicht dan de verbindingen tussen de betonpijpen.
- Omdat bij persleidingen de afvoer van afvalwater met onderdruk geschiedt, is ook de kans op verstoppingen kleiner.

Opmerking en conclusie.

In Frankfurt {W.J.M. Bots, 35} zijn rioleringstelsels in principe niet toegepast in tunnels. Overweging hierbij was, dat de diameter van de leidingtunnel te veel zou toenemen, waardoor de kosten stijgen. In Parijs zijn riolering en andere systemen wel verenigd in één tunnel. Dit heeft een historische reden. Namelijk, de rioolbuis met zeer grote diameter bestond het eerst. Daarna heeft men andere systemen hierin opgenomen (zie Figuur 4.1.1A).

Alleen persleidingen zijn dus toepasbaar in een ILT.

Gasleidingen.

Plaatsing van een gasleiding in een ILT levert de volgende problemen op.

- Gasleidingen moeten een vrij constante temperatuur hebben in verband met de energie inhoud van 1 m³ gas.
- Explosie in een ILT heeft grotere gevolgen dan in de volle grond.

-
- Lekkages door corrosie zijn zeer heftig en kunnen in korte tijd ontstaan.
- Voorzieningen.
- Door middel van klimaatregeling in de ILT kan een constante temperatuur gerealiseerd worden.
 - In de ILT moet apparatuur worden geplaatst die gasontsnapping signaleert. Deze apparatuur waarschuwt bijvoorbeeld bij 1/10 van de onderste explosiegrens van een gas/luchtmengsel. Dit in combinatie met een afzuigstelsel en explosievrije lampen en schakelaars geeft een hogere zekerheid op signalering dan bij gasontsnapping in de grond.
 - Bij oplevering moet de gasleiding met röntgenapparatuur gecontroleerd worden.
 - Corrosie aan de leiding kan net als in volle grond worden voorkomen door een kathodische bescherming aan te leggen.

Opmerking en conclusie.

Met bepaalde voorzieningen heeft het beheer van een gasleidingsstelsel in een ILT zelfs voordelen boven gasleidingen in de grond. De ILT biedt bescherming tegen invloeden van buitenaf. Ook kan men de leidingen beter controleren.

Elektriciteit.

Plaatsing van een elektriciteitsleiding in een ILT levert de volgende problemen op.

- Electriciteitsleidingen kunnen storing veroorzaken in telecommunicatieleidingen.
- Hoogspanningsleidingen worden warmer in een ILT dan in de grond. Dit komt omdat de koelende werking van grond ontbreekt. Hierdoor treedt energieverlies op van de leiding doordat de weerstand van het kabelmateriaal toeneemt.
- De leiding kan de tunnel opwarmen, waterleiding en gas moeten juist koel blijven.

Voorzieningen.

- Technische oplossingen hebben voor isolatiematerialen gezorgd, zodat telecommunicatie en elektriciteit zelfs tegen elkaar kunnen worden gelegd. Ook is dit probleem opgelost wanneer glasvezelkabels t.b.v. telecommunicatie gebruikt worden.
- De tunnel kan zoals eerder is opgemerkt geconditioneerd worden uitgevoerd. Geproduceerde warmte wordt dan afgevoerd. Ook kan men dit probleem bij de bron oplossen. Oliegekoelde kabels kunnen door meer olie of gekoelde olie intensiever gebruikt worden zonder temperatuurstijging.

Opmerking en conclusie.

Warmte- en interferentie problemen kunnen dus zonder meer worden opgelost.

Waterleiding.

Plaatsing van een waterleiding in een ILT levert de volgende problemen op.

- Water mag alleen worden geleverd bij een temperatuur van maximaal 15°C. Opwarming door andere leidingsstelsels moet vermeden worden.
- Condensvorming op de koude waterleiding kan voor vocht in de tunnel

-
- zorgen.
- Lekkage en leidingbreuk geeft problemen met telecommunicatie- en elektriciteitsleidingen.

Voorzieningen.

- Klimaatbeheersing in de tunnel en het isoleren van de waterleiding zal voorkomen dat de watertemperatuur stijgt. Deze maatregelen voorkomen voornoemde problemen.
- Lekkage en leidingbreuk zal minder voorkomen in een ILT, omdat deze bescherming biedt tegen invloeden van buitenaf.

Opmerking en conclusie.

Waterleidingen kunnen zonder problemen in een ILT worden gelegd.

Telecommunicatieleidingen / CAI.

Plaatsing van telecommunicatieleidingen in een ILT levert de volgende problemen op.

- Interferentie tussen elektriciteitskabels en telecommunicatie/CAI-kabels. Vooral wanneer de kabels over een lange afstand parallel lopen.
- Capaciteitsproblemen bij stijging van de kabeltemperatuur.

Voorzieningen.

Alle voorzieningen zijn hiervoor al genoemd. Goede isolatie van de kabels en klimaatbeheersing in de tunnel.

Opmerking en conclusie.

De telecommunicatie- en CAI-kabels beïnvloeden geen andere kabels. De invloed die deze kabels zelf ondervinden kan ondervangen worden.

Stadsverwarming.

Plaatsing van een stadsverwarmingsleiding in een ILT levert de volgende problemen op.

- Een SV-leiding wordt bij normale temperatuur aangelegd, 15 à 20°C. Daarna transporteert deze leiding water van 95 à 120°C. De leiding zal dus veel uitzetting vertonen.
- Een SV-leiding zal voor opwarming zorgen.

Voorzieningen.

- De verlenging kan men opvangen d.m.v. U-lussen die de leiding vrij laten verplaatsen.
- Het systeem kan ook aangebracht worden in hete toestand.
- Men kan kiezen voor zeer zware oplegpunten die de langskracht opvangen.
- Het systeem kan met voorspanning worden aangebracht.
- Methoden om opwarming van andere leidingen tegen te gaan zijn reeds besproken.

Opmerking en conclusie.

SV-leidingen kunnen worden toegepast in een ILT. Wel moeten vrij dure maatregelen genomen worden.

Conclusie.

Het leidingpakket kan nu vastgesteld worden en bestaat uit de volgende leidingsoorten:

- gasleidingen;
- electriciteitsleidingen;
- waterleidingen;
- telecommunicatieleidingen/CAI-kabels;
- stadsverwarmingsleidingen.

Uit het voorgaande blijkt dat behalve riolering onder vrij-verval alle leidingsystemen, met toepassing van bepaalde voorzieningen, geïnstalleerd kunnen worden in een ILT.

Zoals eerder is vermeld is het niet eenvoudig om voor de bedoelde Manhattan-situatie de capaciteit van de nutsvoorzieningen te bepalen. Daarom is de capaciteit van het gekozen leidingpakket gebaseerd op de Galvanistraat waar een leidingpakket ligt dat een gebied met grote kantoorgebouwen bedient.

Het is niet uitgesloten dat in de toekomst nieuwe leidingsystemen zullen ontstaan. Denk hierbij aan buizenpost, verdere toename van de telecommunicatiemogelijkheden en huisvuiltransportsystemen. Aangezien toename van de capaciteit van het gekozen leidingpakket niet wordt meegenomen zal ook het ontstaan van andere leidingsystemen buiten beschouwing gelaten worden. Wel wordt onderkend dat deze ontwikkelingen problemen opleveren bij een ILT. Men heeft een ILT gebouwd met een bepaalde diameter en hierdoor is de maximale capaciteit van de leidingtunnel vastgelegd.

Een doorsnede van het leidingpakket is afgebeeld in Bijlage 4.3B (Doorsnede rijbaan en gemeentelijke bestrating van de Case-Situatie). Hierbij moet nog vermeld worden dat de rijweg en de parkeervakken een gefundeerde bestrating hebben. De stoepen zijn niet-gefundeerd; de distributieleidingen worden hieronder gelegd. Hieronder volgt een opsomming van het aantal distributie- en transportleidingen en de afmetingen hiervan zoals deze gekozen zijn voor het leidingpakket.

Transportleidingen.

- Gas (hoge druk), 1 stuk, doorsnede: 170 mm, materiaal: staal.
- GEB, elektriciteit, 25 kV, 5 stuks (1 kabel bestaat uit 3 polen die een aparte leiding hebben), doorsnede: 130 mm (15 keer), materiaal: stalen oliedrukleiding.
- Stadsverwarming, 2 stuks (heengaande- en retourleiding), doorsnede: 400 mm (2 keer, incl. isolatie), materiaal: staal.

Distributieleidingen.

- PTT Telecommunicatie, 1 stuks, doorsnede: 200 mm, materiaal: PVC.
- PTT Telecommunicatie, 2 stuks, doorsnede: 70 mm (2 keer), materiaal: Polyethyleen-grondkabel.
- DWL, 2 stuks, doorsnede: 250 en 160 mm, materiaal: PVC.

-
- GEB (1 hoogspanning, 1 laagspanning, 1 openbare verlichting en 1 signaalkabel), 4 stuks, doorsnede: 60 mm (4 keer), materiaal: kunststofkabel.
 - Gas (lage druk), 1 stuk, doorsnede: 274 mm, materiaal: gietijzer.

Voorzieningen voor leidingen in een ILT

Uit de vorige paragraaf blijkt dat leidingen elkaar kunnen beïnvloeden maar ook dat met bepaalde voorzieningen de invloed hiervan nihil is.

De Nederlandse vereniging voor Sleufloze Technieken en Toepassingen (Netherlands Society for Trenchless Technology; NSTT) {Bron 7} i.s.m. KIVI heeft hiervan een inventarisatie gemaakt. Zij onderscheiden 21 aandachtspunten en 9 voorzieningen.

Deze aandachtspunten zijn door de werkgroep als volgt gerubriceerd:

- a) aandachtspunten m.b.t. de onderlinge beïnvloeding van leidingen t.g.v. bundeling;
- b) aandachtspunten m.b.t. het onderbrengen van gebundelde leidingen in een kunstwerk.

Hieronder volgt een opsomming van de aandachtspunten onder categorie a):

- 1) corrosie door zwerfstromen;
- 2) temperatuurgevoeligheid van drinkwater;
- 3) temperatuurgevoeligheid van kabels;
- 4) temperatuurinvloed op gasdruk;
- 5) besmettingsgevaar;
- 6) beïnvloeding signaaloverbrenging door kathodische bescherming van stalen leidingen;
- 7) brom/ruisproblemen in communicatiekabels door electriciteitskabels;
- 8) explosiegevaar van gassen en vloeistoffen;
- 9) ruimte voor expansiebochten en/of compensatoren;
- 10) oliedrukcontrole bij oliedrukkabels.

Aandachtspunten behorende tot categorie b):

- 11) corrosie door condensatie;
- 12) lekgevaar: bouwkundige voorzieningen;
- 13) lekgevaar: bewakingsvoorzieningen;
- 14) explosiegevaar van gassen en vloeistoffen;
- 15) langskrachten door temperatuurwisselingen;
- 16) voorkomen ontstaan van galvanische elementen;
- 17) zettingsverschillen bij toegangen leidingtunnel;
- 18) onaantastbare hoogteligging van vrijvervalriolen;
- 19) giftigheid bepaalde rioolgassen;
- 20) automatisch werken van ontluchtingen;
- 21) mogelijkheid tot inspectie.

Tevens zijn de volgende voorzieningen genoemd:

- a) Lekdempels;
- b) Lekmeters;
- c) Ventilatie;
- d) Detectieapparatuur;
- e) Explosieveilige schakelapparatuur en verlichting;

AANDACHTSPUNTEN TUSSEN DE LEIDINGEN IN DE ILT EN MET DE ILT

		BUIBLEIDINGEN				KABELS		ILT
		drinkwaterleiding	aardgasleiding	stadsverwarming	riolering	electriciteit	communicatie	
BUIBLEIDINGEN	drinkwaterleiding		0	2	5, 8	2		2, 11, 17
	aardgasleiding			4	8	8		4, 11 14, 17
	stadsverwarming			8	8			11, 15, 17
	riolering					8		17
KABELS	electriciteit	6	6, 8	3, 6	3, 6, 14			3
	communicatie	6	6, 8	3, 6	3, 6, 14	7?		3
ILT		11, 12	14, 21	3, 9, 12	12, 14, 18	3, 10	21	
		21	D, G, H	15, 21	19, 20, 21	21	C	
		A, G	F, H, G	G, H	G, H	C		

AAN TE BRENGEN →

↑

Figuur 4.3.4b

- f) Elektrische scheiding;
- g) Voorzieningen om het lassen van stalen buizen mogelijk te maken;
- h) Opvangconstructies voor langskrachten;
- i) Compartimentering.

{Bron 7; 10, 11}

Niet alle aandachtspunten vallen onder de civiel-techniek en moeten dus door andere deskundigen worden opgelost. Bijvoorbeeld door het toepassen van glasvezelkabels voor communicatie zijn een aantal conflictpunten minder relevant of vervallen.

In Figuur 4.3.4b zijn de aandachtspunten in een matrixopstelling weergegeven. Hierin komt ook de ILT zelf voor. De in de ILT aan te brengen leidingen zijn bovenaan genoemd. Wanneer het aanbrengen van een stadsverwarmingsleiding gevolgen heeft voor een gasleiding dan is op het kruispunt van deze twee een nummer aangebracht, dit nummer verwijst naar de aandachtspunten die aangeven wat het effect is. De letters geven aan wanneer bij het aanbrengen van een bepaalde leiding in de ILT voorzieningen moeten worden aangebracht. Zo krijgt men dus voor een bepaald pakket leidingen in een ILT een bepaald aantal voorzieningen.

Al eerder is beschreven dat de glasvezelkabel enkele problemen uit het schema wegneemt, daarom staat in het schema op het kruispunt van elektriciteit en communicatie een vraagteken.

Functioneel ontwerp van de ILT.

Recapitulerend van het voorgaande wordt nog eenmaal de samenstelling van het leidingpakket opgegeven:

- GEB 25 kV(transport) en GEB elektriciteit (distributie);
- Gas (transport en distributie);
- DWL (distributie);
- PTT (distributie);
- Stadsverwarming (transport).

Per leidingsoort moeten nu volgens de matrix van NSTT/KIvl de volgende voorzieningen getroffen worden.

- GEB (elektriciteit). in ILT:
 - ventilatie t.b.v. warmte ontwikkeling.
- Gas in ILT:
 - detectie-apparatuur;
 - ventilatie;
 - explosieveilige schakelapparatuur en verlichting,
 - opvangconstructies langskrachten;
 - elektrische scheiding;
 - voorzieningen om lassen mogelijk te maken.
- DWL in ILT:
 - lekdrempels;
 - voorzieningen om lassen mogelijk te maken.
- PTT in ILT:

- ventilatie.
- SV in ILT:
 - voorzieningen om lassen mogelijk te maken;
 - opvangconstructies langskrachten.

Voor een uitgebreidere beschrijving over de te treffen voorzieningen t.b.v. risico-beperving zoals deze door NSTT/Klvi worden voorgesteld zie Bijlage 4.3C. Door ruimtelijke scheiding is het mogelijk om bepaalde soorten van beïnvloeding te voorkomen; denk aan opwarming en het vochtig worden van leidingen door condensvorming.

	Stadsverwarming	Gas	Elektriciteit	DWL	Telecommunicatie
Stadsverwarming	O	X	X	X	X
Gas	O	O	O	O	O
Elektriciteit	O	X	X	X	X
DWL	O	O	X	O	X
Telecommunicatie	O	O	O	O	O

Het bovenstaande schema gaat uit van een situatie zonder calamiteiten en bedoeld beïnvloeding bij goed functioneren. Wanneer er kruisjes staan op de symmetrie-as betekent dit dat leidingen van hetzelfde systeem elkaar ook beïnvloeden.

Uit het schema blijkt dat stadsverwarming en elektriciteit (25 kV) alle andere leidingen beïnvloeden. Hierbij maakt het voor stadsverwarmingsleidingen niet uit wanneer deze in temperatuur stijgen terwijl dit bij electriciteitsleidingen wel voorkomen moet worden.

Waterleiding kan door condensvorming problemen veroorzaken bij elektriciteit- en telecommunicatieleidingen. In de eerste plaats door roestvorming en daarna door kortsluiting. De bedoelde beïnvloeding door elektriciteit- en stadsverwarmingsleidingen is belangrijker dan de beïnvloeding van de waterleiding. Dit eerste probleem is eenvoudig op te lossen door beide leidingsystemen in een aparte ruimte te installeren of klimaatbeheersing in de ILT aan te brengen, deze laatste voorziening wordt niet in de matrix van NSTT/Klvi genoemd. In Bijlage 4.3D is een mogelijke indeling weergegeven. Ook worden enkele afwegingen vermeld waaraan het ontwerp ten grondslag ligt. Waarschijnlijker is klimaatbeheersing goedkoper en eenvoudiger dan het aanbrengen van een scheiding, de indeling zoals weergegeven in Bijlage 4.3D past beide oplossingen toe. In de volgende paragraaf zal verder worden ingegaan op de voorzieningen en andere

details, maar aangezien dit niet het eigenlijke doel van deze studie is zal hier beperkte aandacht aan worden geschonken.

4.3.5 Gedetailleerde invulling

In hoofdstuk 4.3.4 is een functionele analyse gemaakt van de ILT. Hieruit voort komt een functioneel ontwerp dat te zien is in Bijlage 4.3D. Ook kwam naar voren dat het maken van een ontwerp niet de doelstelling is van dit afstudeerwerk. Maar enkele zaken m.b.t. de constructieve- en functionele indeling moeten nog wel aangeduid worden.

Constructieve invulling.

- *Wanddikte.*

De wanddikte van de ILT is afhankelijk van de diepte. Vermande {Bron 17, 25 t/m 39} rekent in zijn afstudeerwerk een buispersing door. Deze wordt gerealiseerd op een diepte van 10,50 m -N.A.P. met een wanddikte van ongeveer 30 cm. Verwacht wordt dat deze wanddikte in het stedelijk gebied ruimschoots voldoet temeer omdat dan op minder grote diepte zal worden gebouwd. Een gronddekking van 3 à 4 meter moet ruim voldoende zijn. De door Vermande berekende wanddikte zal in dit geval groot genoeg zijn omdat bij een buispersing de wanddikte o.a. bepaald wordt door krachten die tijdens het doorpersen moeten worden opgenomen.

- *Fundatie.*

Zoals eerder is vermeld zal geen rekening worden gehouden met fundatie van de ILT. Een niet-gefundeerde ILT heeft als voordelen dat deze minder snel zichtbaar wordt in de bovenliggende bestrating en de kosten lager zijn. Als nadeel heeft dit dat de ILT stijver uitgevoerd moet worden zodat zettingsverschillen niet tot breuk van ILT en leidingen resulteren.

- *Oplegging van leidingen.*

Aan de oplegging van de leidingen wordt een aantal eisen gesteld omdat dit een essentieel punt is om de duurzaamheid van leidingen in een ILT te waarborgen. Enkele aandachtspunten worden gegeven in het rapport van de NSTT/KIvl:

- er moet voorkomen worden dat er elektrische spanningen ontstaan tussen oplegging en leiding i.v.m. aanrakings- en vonkgevaar;
- alle stalen leidingen moeten worden geaard;
- leidingen moeten worden opgelegd op rubber blokken zodat de oplegging volledig elektrisch geïsoleerd is;
- onderling contact tussen de leidingen moet onmogelijk gemaakt worden;
- bij het lekragen van een ILT onder het grondwaterniveau bestaat de mogelijkheid dat de leidingen opdrijven, dit moet voorkomen worden.

De steunen t.b.v. de oplegging moeten gedimensioneerd worden met als uitgangspunt dat de leidingen niet een te grote overspanning hebben. Hier zal zonder verdere berekening worden aangenomen dat een HE 100B (h.o.h. 2000 mm) voldoet. Doorlopende ondersteuning van de leidingen wordt met het oog op inspectie en ventilatie niet als wenselijk gezien.

- *Levensduur.*

Wat betreft de levensduur van ILT's is zeer weinig bekend. Wel bestaan sommige tunnelsystemen reeds lange tijd. Het systeem in Parijs bijvoorbeeld bestond al rond 1800. {Klvi, 1980, 13}

De levensduur van betonnen rioolbuizen {KTPR, 4} is ongeveer 100 jaar. Dit terwijl hier vrij agressieve stoffen doorheen stromen.

De hier aangenomen levensduur van de ILT is 100 jaar, wat op grond van de bovenstaande gegevens zeer redelijk lijkt.

De levensduur van de leidingen in de ILT is volgens Bureau Stichting Buisleidingenstraat Zuidwest Nederland (Dhr. van Asselt) minstens 100 jaar aangezien de leidingen volledig beschermt worden en in een geclimatiseerde omgeving liggen. Leidingen in een ILT behoeven technisch gezien niet vervangen te worden voordat de ILT vervangen wordt. Hierbij is aangenomen dat capaciteitswijzigingen niet plaatsvinden. Normaliter moet bij het ontwerp van de ILT op de toekomst worden geanticipeerd dus overgedimensioneerd worden.

Functionele invulling.

In het voorgaande is bij het leidingpakket een aantal voorzieningen bepaald. Deze kunnen gesplitst worden in een algemeen- en specifieke gedeelte. Dit kan als volgt worden weergegeven.

Algemene voorzieningen in de ILT.

- Voorzieningen om lassen mogelijk te maken.
Aangezien hierbij vonken en dampen vrijkomen moet wellicht een deel van het signaleringssysteem worden uitgeschakeld. Het is dus zeer belangrijk dat dit alleen met zeer strenge voorschriften en onder toezicht gebeurt.
- Toeslag op de wanddikte.
Hier wordt bedoeld de toeslag op de wanddikte van 20% zodat wanneer bij drukstoten de nominale belasting wordt overschreden de leiding niet in de tunnel maar daarbuiten bezwijkt.
- Overgangsgebied bij begin en einde van de ILT.
Hier treden eventueel zettingsverschillen op tussen de starre ILT en de ondergrond tevens moeten de leidingen in dit gebied worden ingevoerd in de ILT en liggen deze dus op onderling kleine afstand.
- Explosieveilige schakelapparatuur en verlichting.
Alle elektrische apparatuur moet explosieveilig, spatwater- en dampdicht zijn. Bij het vrijkomen van stoffen moet de verlichting gaan knipperen en er moet een noodvoeding zijn wanneer een storing in de stroomvoorziening optreedt.

Specifieke voorzieningen.

- Voorzieningen om langskrachten op te nemen. Om zeer zware constructies te voorkomen kan gedacht worden aan expansiebochten (t.b.v. elektriciteits- en stadsverwarmingsleidingen).

Het volstaat om bijvoorbeeld bij het in- of uitvoergebouw een expansieruimte te reserveren waar leidingen d.m.v. bochten kunnen krimpen en uitzetten.

- Lekkrempeis (t.b.v. vloeistofleidingen).
Om stroming van vloeistof en condensatievocht te voorkomen.
- Gasdetectie-apparatuur i.s.m. ventilatie (t.b.v. gasleidingen).
Deze dient op maat te worden ontworpen voor het in de ILT aanwezige leidingpakket. Voor lange tunnels is lichte, continue geforceerde ventilatie nodig, om transport langs de detectiepunten te verkrijgen. De aardgasdetectie meetpunten bovenin de tunnel installeren (aardgas is lichter dan lucht).
- Berekening van warmteuitstraling en condensatie en installeren van klimaatbeheersing (t.b.v. elektriciteits- en stadsverwarmingsleidingen).
Voor de ILT moet een berekening worden gemaakt van de vereiste interne temperatuur. Wanneer bekend is welke leidingen, hoeveel warmte uitstralen is het mogelijk het klimaatsysteem te bepalen.

Het resultaat van deze paragraaf is te zien in Bijlage 4.3E waar in het functionele ontwerp van Bijlage 4.3D de voorzieningen zijn geplaatst.

4.4 KOSTEN VAN HET ILT ONTWERP

De kostenberekening voor de ILT Situatie is veel eenvoudiger dan die van de Volle Grond.

Het vervangen van leidingen in de grond is niet meer nodig, er hoeven dus geen investeringsafwegingen gemaakt te worden. Het is zelfs zo dat leidingen in de ILT gedurende de levensduur van de ILT niet vervangen hoeven te worden.

De kosten die worden gemaakt kunnen in 3 categorieën worden verdeeld.

- Kosten voor het realiseren van de ILT.

Deze kosten worden gemaakt op T=0. Hierbij worden ook de kosten berekend voor het verwijderen van de oude leidingen uit de grond.

- Jaarlijkse kosten.

De jaarlijkse kosten in de volle grond situatie bestonden alleen uit een precario-heffing. Dit waren jaarlijkse inkomsten voor Gemeente Werken. Ook nu geldt weer hetzelfde voor deze heffing. Verder moeten de leidingen in de ILT ge-inspecteerd en onderhouden worden. Ook zal een bedrag worden afgeleid voor het verbruik van energie en de beheerorganisatie.

- Periodieke kosten.

In het geval van de gemeente Rotterdam zal de weg nog steeds vernieuwd moeten worden. Dit komt omdat ondanks vermindering van de werkzaamheden aan het wegdek, spoorvorming en zakking de levensduur toch beperkt houden. De wegvernieuwingscyclus zal dus blijven bestaan maar wel iets langer worden dan bij de Volle Grond Situatie.

Bij de verschillende paragrafen zal een overzichtsschema van de kosten verdeling worden gegeven.

4.4.1 Kosten van aanleg

1) Aanleg van de ILT.

Het ontwerp zoals is beschreven is voorgelegd aan firma Hak (Tricht, Dhr. Tekens). Deze hebben onderstaande prijsindicatie afgegeven:

- f 10.000,-- à f 15.000,-- per strekkende meter voor een buispersing;
- f 7.000,-- per strekkende meter voor een koker vanaf straatniveau.

Voor een nauwkeuriger prijsopgave dienen meer gegevens verstrekt te worden. Men adviseerde om voor een verantwoorde schatting een toeslag te hanteren. Dit om te voorkomen dat bij nadelige omstandigheden de schatting niet reëel is. Voor de buispersing werd een percentage aanbevolen van 35%, omdat hier meer onzekerheden gelden dan bij werken vanaf straatniveau, waar met 25% toeslag gerekend wordt.

2) Aanleggen van de installaties ten behoeve van de leidingen in de ILT.

Gegevens hierover zijn verkregen van de Bouwdienst Rijkswaterstaat (Utrecht, Dhr. Swart). Deze gaf aan dat de installaties vaak als een percentage van de

civiele bouwsom (zonder A.K en Winst/ Risico) worden aangegeven.

Dit percentage ligt tussen de 5 en 10%.

Bij een onderzoek naar de kosten van de technische installaties in een ILT in New York kwam men uit op 11% van de civiele bouwkosten {Klvi, 1980, 117}.

Volgens informatie van Stichting Buisleidingenstraat kwam men daar uit op een bedrag van f 531.000,-- voor een ILT van 1800 m.

Hier zal 10% worden aangenomen mits dit geen hoger bedrag geeft dan f 531.000,--.

3) Algemene kosten.

De algemene kosten van 15% worden alleen berekend over de civiele bouwsom (d.w.z. exclusief de installatiekosten).

4) Verwijderen van de oude leiding/leggen van de nieuwe leiding in de ILT.

In het kostenafweging die gemaakt is van de huidige situatie werden voor het vervangen van een leiding in de grond twee onderdelen onderscheiden:

- verwijdering van een leiding; deze kosten bestaan uit het opgraven en verwijderen van de oude leiding uit de grond;
- leggen van een leiding; deze kosten bestaan uit het leveren, aansluiten, leggen en aanvullen van de leiding in de grond.

Voor het leggen van de leiding in de ILT zijn de volgende acties nodig.

- opgraven van de oude leiding;
- verwijderen van de oude leiding;
- aanvullen van de leiding in de grond;
- levering van de leiding ten behoeve van de ILT;
- leggen en maken van aansluitingen ten behoeve van de leiding in de ILT.

Hier is dus sprake van dezelfde acties in vergelijking met de "volle grond" situatie. Ook de wegvernieuwing start op $T=0$. Voor het leggen van de leiding in de ILT kunnen dus dezelfde kosten worden aangehouden als bij de leidingen in de grond, omdat men de oude leiding uit de grond moet halen. Deze waren f 17.825.000,-- (zie Bijlage 5.3A)

.

KOSTEN OP T-φ	
SCHEMA I	KOSTEN TEN LASTE VAN
LEIDINGEIGENAREN	GEMEENTE WERKEN
<ul style="list-style-type: none"> * Kosten van afgraven en afvoeren * Verwijderen oude leiding * Kosten aanvoeren en aanvullen grond * Leggen van nieuwe leiding in ILT * Algemene Kosten (20 %) : <ul style="list-style-type: none"> - opzicht - voorbereiding - vergoedingen 	<ul style="list-style-type: none"> * Aanleggen van de ILT * Aanleggen van installaties (bv de leidingen in de ILT * Algemene Kosten (15 %) : <ul style="list-style-type: none"> - voorbereiding - opzicht

4.4.2 Jaarlijkse kosten.

1) Precarioheffing.

De precarioheffing is al berekend in Bijlage 5.3B. Voor het hier gehanteerde leidingenpakket komt dit neer op f 146.000,--

2) Kosten van inspectie en onderhoud aan de leidingen.

Uit informatie van het leidingbureau in Rotterdam blijkt dat op leidingen in de grond geen inspectie plaatsvindt. Men stelt vast of een leiding in goede staat is door drukverlies (water, gas en elektriciteit) of verzakking van het wegdek (riole-ring).

De uitgaven t.b.v. inspectie aan de leidingen in de ILT zijn dus extra kosten, die niet gemaakt worden in de huidige situatie. Om een veilige situatie te creëren zoals is beschreven in paragraaf 4.2 is geregelde inspectie benodigd.

De volgende aanname overgenomen uit het rapport van de NSTT {NSTT/KIVI, 39} zal hiervoor als basis dienen: "Gemiddeld één inspectie per maand met een tijdsduur van circa 1 ½ uur (bij een tunnellengete van 500 meter)."

Per jaar betekent dit in ons geval:

$$12 \times 1 \frac{1}{2} \times 2 = 36 \text{ uur per jaar.}$$

Hierbij wordt uitgegaan van 2 personen tegen een uurtarief van f 100,--.

Kosten per jaar aan inspectie t.b.v. de leidingen in de ILT:

$$36 \times 2 \times f 100,-- = f 7200,--.$$

Kosten van onderhoud aan de leidingen worden door de niet-agressieve omgeving verondersteld nihil te zijn. Nader onderzoek bevestigde dit.

3) Onderhoud aan de ILT.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van de gegevens van Stichting Buisleidingen-

straat. Vanaf 1978 tot heden is geen onderhoud benodigd geweest aan de ILT zelf, wel aan de elektrische installaties. Op basis van een tunnellenlengte van 1800 meter is hier gemiddeld jaarlijks een bedrag van f 10.440,-- mee gemoeid. Een kortere ILT heeft ook minder elektrische apparatuur nodig. Voor ons case-geval wordt een bedrag van $1000/1800 \times f 10.440,-- = f 5.800,--$ aangehouden.

4) Energiekosten.

Aan energiekosten t.b.v. de installaties in de tunnel wordt door Stichting Buisleidingenstraat gemiddeld jaarlijks f 11.970,-- uitgegeven. Voor de case-situatie wordt $1000/1800 \times f 11.970,-- = f 6.650,--$ aangenomen.

5) Inspectiekosten.

Voor de inspectiekosten van de ILT wordt hetzelfde bedrag aangehouden als bij het inspecteren van de leidingen, namelijk f 7.200,--. Gemeente Werken moet namelijk zorgen dat de installaties in de ILT goed werken daarom moeten deze tijdig geïnspecteerd worden.

6) Kosten van de beheerorganisatie.

De organisatie van Stichting Buisleidingenstraat bestaat uit 16 personen en beheert 73 km leidingstraat.

De volgende berekening zal voor dit case-geval worden gebruikt om de kosten van de organisatie te bepalen.

Salarisverdeling.

3 personen =>	f 70.000,-- Bruto/persoon
13 personen =>	f 40.000,-- Bruto/persoon

Totaal: f 730.000,-- Bruto

Werkgeversaandeel => 50%

Totaal f 730.000,-- X 1½ = f 1.095.000,--

Bedrijfsruimte.

Ongeveer f 50.000,--

Diversen.

Ongeveer f 50.000,--

Totaal.

f 1.195.000,--

Dit zijn de kosten voor het beheren van 73 km leidingstraat. Voor de case-situatie wordt dit omgerekend naar de kosten per 1000 meter ILT.

Dit is $1/73 \times f 1.195.000,-- = f 16.369,--$.

JAARLIJKE KOSTEN	
SCHEMA II	KOSTEN TEN LASTE VAN
LEIDINGEIGENAREN	GEMEENTE WERKEN
<ul style="list-style-type: none"> * Procatloeffing; Jaarlijks betalen en onafhankelijk van werkzaamheden. * Kosten van inspectie en onderhoud aan de leidingen 	<ul style="list-style-type: none"> * Onderhoud aan de ILT * Energieverbruik * Inspectiekosten van de ILT * Kosten van de beheersorganisatie <p>NB De procatloeffing is een bate voor Getoetste Wetket</p>

4.4.3 Periodieke kosten

Voor de leidingeigenaren zijn op deze momenten (T = 0, 20, 40, 60, 80) geen kosten te verwachten. De leidingen liggen immers in de ILT waarin deze een levensduur van 100 jaar hebben

Wegens de slechte bodemgesteldheid en zakking van 2½ cm/jaar moet de weg toch regelmatig in goede staat worden teruggebracht.

De levensduur van een klinkerrijbaan op slappe grond met 1 meter zandophoging is 25 jaar. De in paragraaf 3.3.2 genoemde levensduurverkorting valt weg omdat werkzaamheden aan de leidingen drastisch zijn verminderd, nu kan om de 25 jaar wegvernieuwing plaatsvinden. {KTPR, 4 en Stichting Beroepsopleiding Weg- en Waterbouw, 24}. Hierbij worden dezelfde kosten gebruikt als bij de 20-jaar-cyclus namelijk f 4.391.00,- alleen worden deze nu om de 25 jaar opgevoerd.

25 JAAR CYCLUS; WEGVERNIEUWING	
SCHEMA III	KOSTEN TEN LASTE VAN
LEIDINGEIGENAREN	GEMEENTE WERKEN
	<ul style="list-style-type: none"> * Afbreken verharding en fundatie * Afvoeren verharding en fundatie (eventueel) * Nieuwe verharding en fundatie * Algemene Kosten (15 %): <ul style="list-style-type: none"> - opzichter - voorbereiding

4.5 CONCLUSIES EN AANNAMEN

In deze paragraaf worden de *conclusies* uit voorgaande inventarisatie verzameld. De feiten die nog benodigd zijn om een draaiboek te kunnen ontwikkelen zullen d.m.v. *aannamen* worden vastgelegd.

Conclusies:

- Kosten van het realiseren van de ILT zijn gebaseerd op de prijsopgave van een aannemer. {§ 4.4.1 punt 1}
- Kosten van de installaties worden gebaseerd op gegevens van Stichting Buisleidingenstraat ZW Nederland. {§ 4.4.1 punt 2}
- Idem kosten van de beheer en de beheerorganisatie. {§ 4.4.2}
- Idem Exploitatiekosten van de ILT. {§ 4.4.2}
- Vrij verval riolen komen niet in de ILT. {§ 4.3.4 Onder te brengen leidingen in een ILT}
- Bij de bepaling van de tunnelafmetingen wordt geen "theoretisch minimaal veilige afstand" aangehouden maar de leidingen hebben een overdikte van 20% zodat calamiteiten buiten de ILT plaatsvinden. {§ 4.3.5 Functionele invulling}
- Genoemde veiligheidsniveau's worden alleen behaald met een goede beheerorganisatie. {§ 4.2}
- Hier is gekozen voor een toegankelijke ILT. {§ 4.3.3}
- De ILT zal traditioneel (vanaf de bovengrond) worden gebouwd. {§ 4.3.3}
- De te kwantificeren ILT zal niet gefundeerd worden maar extra stijf worden uitgevoerd. {§ 4.3.5 Fundatie}
- De ILT-Situatie bepaalt het leidingpakket waarmee beiden situaties worden doorgerekend. {§ 4.3.4 Onder te brengen leidingen in een ILT}
- De benodigde voorzieningen worden bepaald door het leidingpakket. {§ 4.3.4 Voorzieningen voor leidingen in een ILT}
- De ILT moet gerealiseerd worden in zeer druk binnenstedelijk gebied. {§ 4.3.2 Beperking van het toepassingsgebied}
- Door de keuze van het gebied (woon- en werktorens ofwel Manhattan-situatie) kunnen ook distributieleidingen worden verwerkt in de ILT. {§ 4.3.2 Beperking van het toepassingsgebied}
- De levensduur van de ILT is 100 jaar. Dit is ook de levensduur van de leidingen in de ILT en de looptijd van het draaiboek. {§ 4.3.5 Levensduur}
- De wegvernieuwingscyclus is 25 jaar. {§ 4.4.3}

Aannamen:

- De leidingbeheerders betalen nog steeds precariobelasting aan Gemeente Werken.
- Gemeente Werken financiert de ILT op $T=0$.
- Leidingbeheerders betalen het leggen van de leidingen in de ILT op $T=0$ {Klvi, 1980, 89}.
- Op het moment van starten ($T=0$) worden de leidingen geacht te zijn

afgeschreven: er is dus geen resterende boekwaarde.

- Aan het einde van de looptijd ($T = 100$) hebben de leidingen en de ILT een boekwaarde van $f 0,00$.
- Er zal gerekend worden met een theoretische straatlengte van 1000 meter. Ook wordt verondersteld dat deze volledig recht is.
- De aangenomen breedte van de rijbaan (inclusief trottoir) is 30 meter. Dit is reel voor een grote verkeersader in een Manhattan-situatie.
- Buiten beschouwing worden gelaten:
 - aftakkingen van de ILT;
 - kruisingen van ILT's;
 - eventuele doorboring van de tunnelwand t.b.v. distributieleidingen.
- Met capaciteitsvergrotingen van de nutsvoorzieningen wordt geen rekening gehouden.

HOOFDSTUK 5

HET DRAAIBOEK EN DE FINANCIËLE CONSEQUENTIES

5.1 DRAAIBOEK T.B.V. DE VOLLE GROND SITUATIE

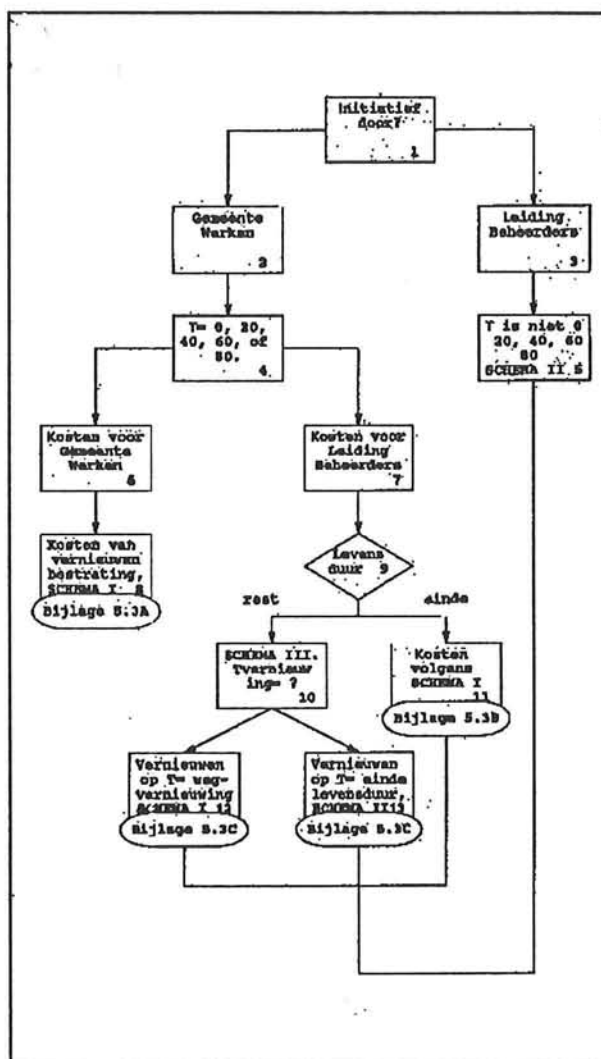
In deze paragraaf wordt een draaiboek gemaakt om voor leidingbeheerders en Gemeente Werken de kosten te bepalen van het beheren van wegen en leidingen.

De werking van het draaiboek zal besproken worden aan de hand van drie gevallen. Het draaiboek is schematisch weergegeven in Figuur 5.1.

Geval 1.

Leidingbeheerder A neemt contact op met Gemeente Werken en zegt dat deze leiding X wil vervangen (blokjes 1 en 3). Gemeente Werken vindt dit goed maar zegt pas de weg te hebben vernieuwd en wil daarom dat een borg gestort wordt (retributieheffing). Deze dient om na zakking de weg definitief dicht te straten. Ook moet leidingbeheerder A de kosten van Gemeente Werken betalen t.b.v. voorbereiding, toezicht en vergunningen (totaal 20% van de aanneemsom).

Verder draait leidingbeheerder A op voor alle kosten voor het vervangen van leiding X. Van het uitbreken van de bestrating tot aan het opnieuw dichtstraten na vervanging van de leiding (blokje 5, Schema II). Gemeente Werken neemt geen kosten voor haar rekening omdat het initiatief bij leidingbeheerder A ligt.



Figuur 5.1

Geval 2.

Gemeente Werken licht de leidingbeheerders in dat deze de weg gaat vernieuwen (blokjes 2 en 4). De kosten die hierbij voor rekening van gemeente Werken komen zijn het uitbreken en afvoeren van verharding en fundatie. Nadat de leidingbeheerders in gelegenheid zijn gesteld om hun werkzaamheden uit te voeren worden zowel fundatie als verharding weer op kosten van Gemeente Werken hersteld (blokje 8, Schema I).

Leidingbeheerder A doet het volgende: hij gaat bekijken of leiding X, die onder de betreffende weg ligt, al aan het einde van de levensduur is (blokjes 7 en 9).

Wanneer dit inderdaad zo is gaat hij de leiding vervangen tegelijk met de wegvernieuwing van Gemeente Werken. De kosten die leidingbeheerder A moet maken zijn weergegeven in Schema I (blokje 11).

Het zal nu duidelijk zijn dat leidingbeheerder A profiteert van een kostenvoordeel i.v.m. Geval 1. De leidingbeheerder hoeft nu geen kosten te maken voor het verwijderen en herstellen van bestrating en fundering.

Geval 3.

Hetzelfde gebeurt als in Geval 2 alleen heeft leiding X van leidingbeheerder A nu een resterende levensduur van 10 jaar. Leidingbeheerder A moet een afweging maken die omschreven wordt in Schema III (blokje 10). Hij heeft hierbij de keuze uit twee alternatieven:

- 1) Vernieuwing gelijk met de wegvernieuwing en dus profiteren van een kostenvoordeel. Anderzijds wordt een leiding vernieuwd die nog een resterende levensduur heeft.
- 2) Vernieuwing over 10 jaar op eigen initiatief. De consequentie is dat leidingbeheerder A alle kosten zelf moet betalen. Om nu een goede beslissing te kunnen nemen moet ik de vernieuwing over 10 jaar contant maken naar heden.

Wanneer de leidingbeheerder besluit om nu te vernieuwen, alternatief 1, worden de kosten berekend volgens Schema I (blokje 12). In feite beschouwt leidingbeheerder A zijn leidingen toch als afgeschreven en berekent hij dezelfde kosten als in Bijlage 5.3B.

Wanneer de leidingbeheerder besluit om over 10 jaar te vernieuwen, alternatief 2, worden zijn kosten berekend volgens Schema II (blokje 13). Als hij over 10 jaar tot daadwerkelijke vervanging overgaat berekent hij dezelfde kosten als in Geval 1.

Deze afwegingen moeten voor alle leidingen worden gemaakt, behalve voor de stadsverwarmingsleidingen. Deze worden iedere 20 jaar gerezen en hebben een levensduur van 100 jaar.

De precariobelasting is onafhankelijk van het uitvoeren van werkzaamheden. Dit moet ieder jaar worden betaald.

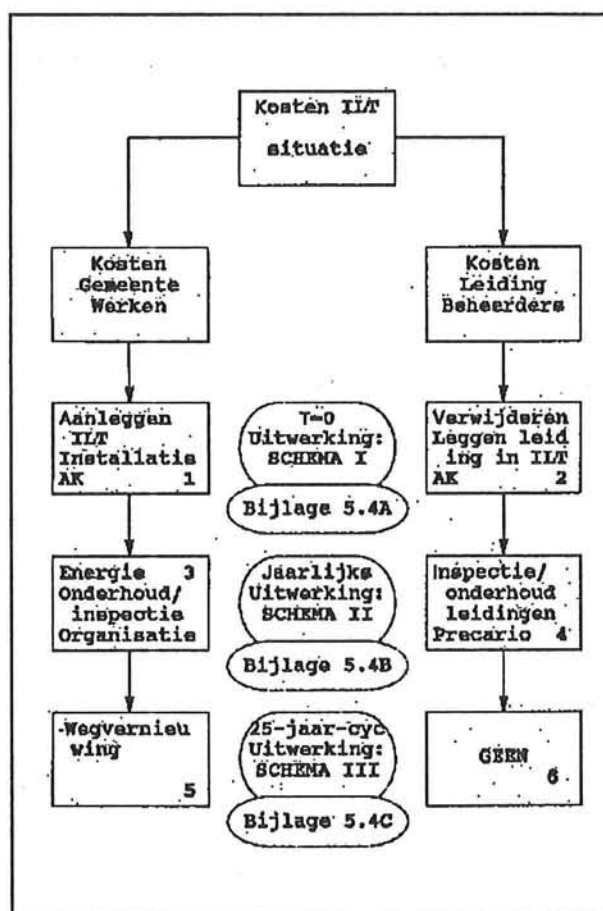
De resterende boekwaarden van de leidingen zullen aan het einde van de simulatieperiode als kosten in rekening worden gebracht. Dit zal gebeuren volgens lineaire afschrijving, de investeringskosten zullen met het verstrijken van de levensduur worden afgeboekt.

5.2 DRAAIBOEK T.B.V. DE ILT SITUATIE

In deze paragraaf zal een draaiboek worden opgesteld voor de leidingbeheerders en voor Gemeente Werken voor het hebben van leidingen in een ILT. De kosten zullen worden bijgehouden over een periode van 100 jaar. Daarna zullen deze bedragen contant worden gemaakt naar $T=0$. Deze berekeningen zijn in de bijlagen terug te vinden. Alvorens hiertoe over te gaan moet eerst worden beschreven wat de werkwijze is. Ofwel er moet een draaiboek worden gemaakt van de case-situatie. Aan de hand van dit draaiboek zullen op bepaalde momenten kosten worden berekend. Schematisch is de werking van het draaiboek weergegeven in Figuur 5.2.

Schema I zal gebruikt worden om de kosten op $T=0$ te berekenen, zowel voor Gemeente Werken als voor de leidingbeheerders. De uitwerking hiervan is terug te vinden in Bijlage 5.4.A. Hierin worden de uitvoeringskosten berekend van de ontworpen ILT, begaanbaar en traditioneel gebouwd (blokje 1). De kosten die de leidingbeheerder moet maken bestaan uit het verwijderen van de oude leidingen uit de grond en het leggen van nieuwe leidingen in de ILT (blokje 2).

Schema II wordt gebruikt om de jaarlijkse kosten te bepalen voor beide partijen. Voor de leidingeigenaren bestaan deze uit de precarioheffing en de kosten voor inspectie en onderhoud t.b.v. de leidingen in de ILT (blokje 4). Gemeente Werken heeft jaarlijkse kosten voor onderhoud aan de ILT, energieverbruik, inspectie van de ILT en de kosten van de organisatie t.b.v. de ILT (blokje 3). De uitwerking hiervan staat in Bijlage 5.4.B.



Figuur 5.2

Tenslotte wordt schema III gebruikt om de kosten van de wegvernieuwing om de 25 jaar te berekenen. Wat betreft de wegvernieuwingscyclus verandert er voor Gemeente Werken slechts één ding; deze vindt nu om de 25 jaar plaats. De opbouw en hoogte van de kosten zijn exact hetzelfde als in de volle grond situatie (blokje 5). De leidingeigenaren hebben geen kosten op deze tijdstippen (blokje 6). Dit komt omdat het gehele beschouwde leidingpakket, dat eerst in de volle grond lag, nu in de ILT ligt en dus niet vervangen hoeft te worden tijdens de 100-jarige looptijd. Vanzelfsprekend is van rijzen ook geen sprake.

Hieruit blijkt dat de ILT situatie eenvoudiger te berekenen is dan de volle grond situatie. Dit komt omdat er geen afwegingen gemaakt worden door de leidingbeheerders..

Het totaaloverzicht is gegeven in Bijlage 5.4.D waarna deze contant zijn gemaakt naar $T=0$. Dit is terug te vinden in Bijlage 5.4.E.

5.3 FINANCIËLE CONSEQUENTIES VAN DE VOLLE GROND SITUATIE

Alle kosten en baten zijn weergegeven in Bijlage 5.3.D. Vervolgens worden deze contant gemaakt in Bijlage 5.3.E. De Netto Contante Waarden (NCW) van de kosten op T=0 zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

	Gemeente Werken	Leidingbeheerders
Investing op T=0 en 20 jaar cyclus	-f 5.587.000,--	-f 19.849.000,--
Jaarlijks	+f 1.824.000,--	-f 1.824.000,--
NCW	-f 3.763.000,--	-f 21.673.000,--

Verklaring:

- Baten => positief
- Kosten => negatief

De totale contant gemaakte kosten van Gemeente Werken en Leidingbeheerders gesommeerd bedragen 25,44 miljoen gulden.

Ook zijn de kosten over de totale looptijd van 100 jaar gesommeerd zonder contant te maken. Dit is een indicatie van het totale geïnvesteerde vermogen. Hierbij tellen kosten aan het einde van de looptijd even hard mee als kosten gemaakt op T=0.

	Gemeente Werken	Leidingbeheerders
Investing op T=0 en 20 jaar cyclus	-f 21.955.000,--	-f 67.130.000,--
Jaarlijks	+f 14.600.000,--	-f 14.600.000,--
Totaal geïnvesteerd vermogen	-f 7.355.000,--	-f 81.730.000,--

Verklaring:

- Baten => positief
- Kosten => negatief

Het totale geïnvesteerde vermogen van Gemeente Werken en leidingbeheerders gesommeerd bedragen 89,09 miljoen gulden.

5.4 FINANCIËLE CONSEQUENTIES VAN DE ILT SITUATIE

Alle kosten en baten zijn weergegeven in Bijlage 5.4D. Vervolgens worden deze contant gemaakt in Bijlage 5.4E. De Netto Contante Waarden (NCW) van de kosten op T=0 zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

	Gemeente Werken	Leidingbeheerders
Investering op T=0 en 25 jaar cyclus	-f 15.734.000,--	-f 17.825.000,--
Jaarlijks	+f 1.412.000,--	-f 1.914.000,--
NCW	-f 14.322.000,--	-f 19.739.000,--

Verklaring:

- Baten => positief
- Kosten => negatief

De totale contant gemaakt kosten van Gemeente Werken en Leidingbeheerders gesommeerd bedragen 34,06 miljoen gulden.

Om nog een andere indicatie van de gemaakte kosten te krijgen zijn in onderstaande tabel alle kosten en baten gesommeerd zonder dat deze contant gemaakt zijn. Hierbij tellen kosten op T=99 even zwaar mee als kosten op T=0.

	Gemeente Werken	Leidingbeheerders
Investering op T=0 en 25 jaar cyclus	-f 28.158.000,--	-f 17.825.000,--
Jaarlijks	+f 11.300.000,--	-f 15.320.000,--
Totaal geïnvesteerd vermogen	-f 16.858.000,--	-f 33.145.000,--

Verklaring:

- Baten => positief
- Kosten => negatief

Het totale geïnvesteerde vermogen van Gemeente Werken en leidingbeheerders gesommeerd bedragen 50 miljoen gulden.

5.5 GEVOELIGHEIDSANALYSE

5.5.1 Overzicht van de resultaten

In deze paragraaf worden de berekende Netto Contante Waarden weergegeven. Deze waarden worden beoordeeld op stabiliteit. Bij een kleine wijziging in één van de aannamen van het draaiboek mag de afwijking van het resultaat slechts klein zijn zodat de conclusie niet veranderd.

	NCW bij discontopercentage 8%
Volle Grond	
Gemeente Werken	f 3.763.000,--
Leidingbeheerders	f 21.673.000,--
ILT	
Gemeente Werken	f 14.322.000,--
Leidingbeheerders	f 19.739.000,--

Deze waarden dienen als basis voor paragraaf 5.5.2. Hier wordt de *discontovoet veranderd*. De berekeningen worden nogmaals uitgevoerd met een discontovoet van 6 en 10%. De NCW die dan ontstaat wordt verklaard.

Voor het *veranderen van de investeringen in de tijd* worden deze waarden niet gebruikt. In paragraaf 5.5.3 wordt bekeken wat de invloed is van de investering op $T=0$ en wat er gebeurt wanneer de cyclus van wegvernieuwing veranderd wordt.

5.5.2 Verandering van de discontovoet

De verandering van de discontopercentage is een essentieel punt in de gevoeligheidsanalyse.

Hieraan liggen twee redenen ten grondslag:

- het is zeer moeilijk om het discontopercentage exact te bepalen omdat hiervoor geen regels zijn, het is een indicatie die de gevoelswaarde bepaald van kosten (inkomsten) in de toekomst;
- van het discontopercentage wordt verwacht dat het grote invloed heeft op de NCW; over een periode van 100 jaar worden de kosten hiermee berekend.

De berekening zal dus voor beide situaties, Volle Grond en ILT, opnieuw worden gemaakt.

Wat houdt het veranderen van het discontopercentage in voor de twee te vergelijken situaties?

Volle Grond Situatie.

- Bij de investeringen op T=0 treedt geen verandering op.
- Voor de investeringsafwegingen veroorzaakt een veranderde discontovoet een eventuele verandering in de investeringsbeslissingen. De consequenties van de veranderde discontovoet zijn in Bijlage 5.5A weergegeven. Hieruit blijkt dat ondanks de veranderingen in de discontovoet de investeringsconclusies hetzelfde blijven!
- De overzichtschemas veranderen niet (Bijlage 5.3D blijft dus hetzelfde). Bij het contant maken van de eindbedragen veranderd er wel het een en ander. Dit is weergegeven in Bijlage 5.5B (voor discontovoet 6%) en in Bijlage 5.5C (voor discontovoet 10%).

ILT Situatie.

- Bij de investeringen op T=0 treedt geen verandering op.
- De overzichtschemas veranderen niet (Bijlage 5.3D blijft dus hetzelfde). Bij het contant maken van de eindbedragen veranderd er wel het een en ander. Dit is weergegeven in Bijlage 5.5B (voor discontovoet 6%) en in Bijlage 5.5C (voor discontovoet 10%).

Om een goed overzicht te krijgen van de veranderingen die er door de variaties in de discontovoet zijn teweeggebracht is het onder staande schema opgesteld.

	NCW bij discontopercentage 6%	Kostenverschil (in %)	NCW bij discontopercentage 8%	Kostenverschil (in %)	NCW bij discontopercentage 10%
Volle Grond					
Gemeente Werken	f 3.936.000,--	+4,6%	f 3.763.000,--	-1,8%	f 3.697.000,--
Leidingbeheerders	f 23.885.000,--	+10,2%	f 21.673.000,--	-5,5%	f 20.482.000,--
ILT					
Gemeente Werken	f 14.424.000,--	+0,7%	f 14.322.000,--	-0,2%	f 14.300.000,--
Leidingbeheerders	f 20.371.000,--	+3,2%	f 19.739.000,--	-1,9%	f 19.357.000,--

Hierin is het verschil berekend (in procenten) tussen de oorspronkelijke waarde van het disconto, 8%, en de gevarieerde waarden, 6 en 10%.

De procentuele verandering van de discontovoet is $(8-6) / 8 \times 100\% = 25\%$.

De maximale veroorzaakte afwijking van de NCW is 10,2%.

Men mag concluderen dat gezien de grootte van de variatie van de discontovoet de variatie van de NCW klein is.

Het grootste verschil tussen de NCW-en treed op bij de Leidingbeheerders. Dit is goed verklaarbaar. Bij de bepaling van de NCW bij Gemeente Werken zijn er kosten en baten. Bij een lagere discontovoet stijgen zowel kosten als baten. Doordat de baten van de kosten worden afgetrokken wordt de stijging van de NCW teniet gedaan.

Bij de Leidingbeheerders bestaan er alleen kosten. Hier is dus geen compense-rende invloed. Dit heeft als gevolg dat bij de Leidingbeheerders de veranderingen in de NCW het grootst zijn.

5.5.3 Verandering van de investeringen in de tijd

Het is noodzakelijk om te bekijken wat de invloed is van de wegvernieuwingscyclus. Deze kosten zijn namelijk een groot deel van de totale kosten. Enkele te beantwoorde vragen zouden kunnen zijn: Wat gebeurt er wanneer de weg iedere 30 i.p.v. 20 jaar vernieuwd wordt? of: Wat is de invloed van een investering op $T=0$?

Omdat het beantwoorden van deze vragen een totaal nieuwe studie zou vereisen is er gekozen voor een korte vergelijking waarbij er in een zeer eenvoudig geval wordt geschoven met investeringen in de tijd.

De case studie is geschematiseerd in de onderstaande tabel.

Uit een vergelijking van de alternatieven kunnen conclusies worden getrokken.

Vergelijking Alternatieven I, II en IV.

- De Alternatieven hebben hetzelfde beginbedrag.
- De wegvernieuwingsperiode bij de Alternatieven I, II en IV is respectievelijk 10, 20 en 30 jaar.
- Bij Alternatief I wordt de eerste 50 jaar f 600.000,-- geïnvesteerd tegen f 500.000,-- en f 433.333,33 bij de Alternatieven II en IV.

Conclusie.

Bij een vergroting van de wegvernieuwingscyclus en een gelijkblijvend totaal geïnvesteerd vermogen neemt de NCW af. Dit wordt veroorzaakt doordat steeds meer investeringen naar de "verre toekomst" verschuiven. Deze wegen door het contant maken niet zwaar mee. Dit is zichtbaar gemaakt door de investeringen in de eerste 50 jaar tegen elkaar af te zetten. Dit betekent dat voor gebieden waar de grondslag beter is (denk hierbij aan het Noord-oosten en Zuiden van Nederland) de ILT-oplossing eerder rendabel is.

	ALTERNA		TIEVEN	
	I	II	III	IV
T= 0	f 100.000,--	f 100.000,--	f 200.000,--	f 100.000,--
T= 10	f 100.000,--	-,-	-,-	-,-
T= 20	f 100.000,--	f 200.000,--	f 150.000,--	-,-
T= 30	f 100.000,--	-,-	-,-	f 333.333,33
T= 40	f 100.000,--	f 200.000,--	f 150.000,--	-,-
T= 50	f 100.000,--	-,-	-,-	-,-
T= 60	f 100.000,--	f 200.000,--	f 150.000,--	f 333.333,33
T= 70	f 100.000,--	-,-	-,-	-,-
T= 80	f 100.000,--	f 200.000,--	f 150.000,--	-,-
T= 90	f 100.000,--	-,-	-,-	f 333.333,33
T= 100	f 100.000,--	f 200.000,--	f 200.000,--	-,-
Totaal geïnvesteerd vermogen	f 1.100.000,--	f 1.100.000,--	f 1.100.000,--	f 1.100.000,--
NCW (disconto = 8%)	f 186.247,--	f 154.691,--	f 240.977,--	f 136.753,--

Vergelijking Alternatieven II en III.

- Het beginbedrag bij Alternatief III is verdubbeld.
- De wegvernieuwingscyclus is gelijk, de investeringen op die momenten niet.
- Doordat de hoogte van de bovengenoemde investering verschilt, hebben beide alternatieven de eerste 50 jaar hetzelfde geïnvesteerde vermogen f 500.000,--.

Conclusie.

Wanneer het beginbedrag toeneemt met f 100.000,-- neemt de NCW, bij een gelijkblijvend geïnvesteerd vermogen over de eerste 50 jaar, toe met ongeveer f 86.000,--. Hierdoor blijkt dus dat het moment waarop de vergelijking gemaakt wordt erg belangrijk is. Zou men de investering in de ILT op T=50 plannen dan zou de kostenafweging een ander resultaat hebben. Dit is echter geen redelijk uitgangspunt voor een kostenafweging voor investeren. Een Kosten Baten Analyse wordt namelijk kort voor de aanvang van een project gemaakt.

Geconcludeerd kan worden dat de investeringen in het begin van de looptijd (inclusief de investering op T=0) het belangrijkste zijn.

5.5.4 Conclusie

Wat is nu de gevoeligheid van de berekening?

De verwachte grote invloed van het discontopercentage blijkt mee te vallen. Dit geldt ook voor de wegvernieuwingscyclus. Zeer groot is de invloed van het beginbedrag omdat dit niet contant gemaakt wordt.

Nu wordt de veranderingen in begingegevens uitgedrukt in een veranderingpercentage van de NCW.

- Verandering van het discontopercentage van 8 naar 6% (dit is een verandering van 25%) geeft een maximale verandering in de NCW van 10%.
- Verandering van de wegvernieuwingscyclus van 20 naar 10 jaar (dit is een verandering van 100%) geeft een verandering in de NCW van 20%.
- Verandering van het beginbedrag/totaal geïnvesteerd vermogen van f 100.000 / f 1.100.000 naar f 200.000 / f 1.100.000 (dit is een verandering van 100%) geeft een verandering in de NCW van 56%.

De hierboven vermelde veranderingsmechanismen worden verondersteld lineair te zijn. Een verandering van 25% in:

- het beginbedrag geeft een verandering in de NCW van 14%;
- het discontopercentage geeft een verandering in de NCW van 10%;
- de wegvernieuwingscyclus geeft een verandering in de NCW van 5%.

Hier is een rangorde aangegeven naar de mate van beïnvloeding.

5.6 MAATSCHAPPELIJKE ANALYSE

5.6.1 Algemeen

Tot dusver zijn de ILT- en Volle Grond situatie gekwantificeerd m.b.t. de technische kosten. Om een goede afweging van beide alternatieven mogelijk te maken wordt in dit hoofdstuk een prijskaartje gehangen aan de maatschappelijke consequenties van deze twee systemen. Kwantificering van deze kosten is noodzakelijk omdat juist op dit gebied een groot voordeel voor de ILT ligt.

Onder maatschappelijke kosten worden hier verstaan, kosten voortvloeiend uit:

- inkomstendering door ondernemers;
- omrijshaden;
- schade aan fundaties
- schade aan andere ondergrondse systemen
- filevorming;
- geluidsoverlast;
- verkorting van de levensduur van het wegdek.

In Engeland is op basis van een nieuwe wet, Road and Street Works Act 1991, meer invloed gegeven aan de lokale autoriteiten m.b.t. het goedkeuren van het verrichten van werkzaamheden aan de weg. Ook kunnen, wanneer bepaalde werkzaamheden niet binnen redelijke tijdsduur zijn afgerond, de autoriteiten een vergoeding vragen voor het ruimtebeslag. Deze methode staat bekend als "Highway Rental". Hierbij wordt een huurprijs voor een m² snelweg berekend. Zodoende betalen de leidingbeheerders de maatschappelijke kosten die de overschreiding van de bouwtijd oplevert.

Dit systeem kan aan de hand van bepaalde parameters "pas" worden gemaakt voor een specifieke situatie. Ook kan worden aangegeven wat de aard is van de werkzaamheden. Vindt er een gedeeltelijke of gehele blokkade van een verkeersader plaats? Hierdoor wordt bereikt dat de hoogte van de huurprijs afhankelijk is van de veroorzaakte maatschappelijke problemen. De parameters die per geval kunnen worden ingesteld zijn:

- kan er ondanks de werkzaamheden 2-richtingsverkeer blijven bestaan;
- is er een drukke kruising in de nabijheid;
- de tijdsduur van de opbreking;
- het oppervlak van de opbreking.

Wanneer een aannemer of leidingbeheerder de hem voorgeschreven bouwtijd overschrijdt is deze verplicht een bedrag te betalen over het aantal vierkante meters buiten gebruik gesteld gebied vermeningvuldigd met het aantal dagen.

Volgens deze methode zullen in dit hoofdstuk de maatschappelijke kosten worden berekend voor de Volle Grond- en ILT situatie.

5.6.2 Bepaling van de maatschappelijke kosten

In deze paragraaf wordt weergegeven hoe voor de Volle Grond- en de ILT situatie de maatschappelijke kosten zijn berekend. De berekening wordt opgesplitst in 3 fasen. Ook zal voor één leiding worden uitgewerkt wat de veroorzaakte maatschappelijke kosten zijn wanneer deze vervangen wordt. Deze kosten kunnen worden bepaald voor alle leidingen die in het draaiboek zijn berekend. Wanneer deze maatschappelijke kosten, die op verschillende tijdstippen zijn veroorzaakt, contant gemaakt worden naar $T=0$ kunnen deze in de vergelijking met de technische kosten worden betrokken. Zo kan de NCW van de beide situaties worden bepaald waarbij met technische- en maatschappelijke kosten rekening is gehouden.

Fase 1: Bepaling van het oppervlak van opbreking en tijdsduur van de leidingvernieuwing.

Hiervoor zijn enkele aannamen gemaakt, namelijk:

- talud waaronder de sleuf gegraven wordt is 45° ;
- een graafmachine verzet, onder de gegeven omstandigheden, 120 m^3 grond per dag (Gebr. van Kessel, Dhr. v. Wanrooy);
- tijdsduur benodigd voor het dichten van de sleuf is de helft van de tijdsduur die benodigd was voor het graven van de sleuf.

Als voorbeeld voor het berekenen van maatschappelijke kosten zal de vervanging van de GEB 25 kV leidingen worden gekwantificeerd. Hiervan zijn de volgende gegevens bekend:

- de diepte van de leidingen is 0,8 m;
- de breedte van het leidingpakket is 1,3 m.

Hieruit kunnen de volgende zaken berekend worden:

- de sleufbreedte is 2,9 m;
- het oppervlak van de wegopbreking is 2900 m^2 ;
- de benodigde tijdsduur voor het graven van de sleuf is 14 dagen;
- de totale tijdsduur van de werkzaamheden is 21 dagen.

Fase 2: Inschatting van de hoogte van de maatschappelijke kosten per m^2 per dag.

Aan de hand van de in Engeland gehanteerde stroomschema's en formules kunnen de normbedragen voor "Highway Rental" worden berekend:

- voor het vernieuwen van leidingen (buiten de wegvernieuwingscyclus), waarbij 2-richtingsverkeer kan blijven bestaan, in de nabijheid van een belangrijke kruising (meestal een enkele leiding => weinig overlast => onderwaarden): $1 + 10 = 11$ Engelse ponden = f 29,70;
- voor het vernieuwen van leidingen (tegelijk met wegvernieuwing), waarbij maximaal één rijbaan in gebruik blijft, in de nabijheid van een belangrijke kruising (weg over bijna de gehele breedte geblokkeerd => bovenwaarden): $5 + 20 = 25$ Engelse ponden = f 67,50;
- voor het vernieuwen van de weg, zonder vernieuwing van leidingen, f 0,00 (komt voor in de ILT Situatie).

Bij de omrekening van Engelse ponden naar guldens is de middenkoers op 17 januari gebruikt (één Engelse pond is f 2,70).

Fase 3: Koppeling van leidingvernieuwing aan maatschappelijke kosten.

Ook hiervoor zijn enkele aannamen benodigd:

- op $T=0$ worden alle oude leidingen verwijderd in zowel Volle Grond- als ILT Situatie;
- de tijdsduur benodigd voor het vernieuwen van een leiding is bepalend voor de tijdsduur van de wegoopbreking (bij vervanging van meerdere leidingen wordt de tijdsduur gesommeerd).

De GEB 25 kV leidingen worden vervangen op $T=30$, 60 en 90.

- Op $T=30$ en 90 worden de leidingen vervangen buiten de wegvernieuwingscyclus, de maatschappelijke kosten zijn dan: f 29,70 X 2900 X 21 = f 1.809.000,--.
- Op $T=60$ worden de leidingen vervangen tegelijk met de wegvernieuwing (Volle Grond Situatie), de maatschappelijke kosten zijn dan: f 67,50 X 2900 X 21 = f 4.111.000,--. De kosten van het vervangen van andere leidingen op dit tijdstip worden op dezelfde manier berekend en opgeteld bij bovengenoemd bedrag.

Omdat aangenomen is dat er alleen maatschappelijke consequenties zijn bij de vernieuwing van leidingen zijn de maatschappelijke kosten veroorzaakt in de ILT situatie eenvoudiger te berekenen.

5.6.3 Conclusie

De berekende totale maatschappelijke kosten voor de Volle Grond- en ILT situatie zijn respectievelijk f 11,81 en f 10,43 miljoen. Hierbij speelt het een rol dat de besparingen in de toekomst liggen. Doordat de bovengenoemde bedragen contante waarden zijn vallen deze besparingen in het niet en is het verschil in NCW tussen de twee situaties slechts f 1,38 miljoen.

De maatschappelijke kosten wegen minder zwaar mee dan op het eerste gezicht verwacht wordt.

N.B.

Op basis van totaal geïnvesteerd vermogen is de besparing in maatschappelijke kosten ongeveer f 24 miljoen. De investering in de Integrale Leiding Tunnel (ongeveer f 10 miljoen) wordt dus terugverdiend.

HOOFDSTUK 6

CONCLUSIES

6.1 CONCLUSIES

	Volle Grond	ILT	Verandering
Gemeente Werken	f 3,76	f 14,32	+f 10,56
Leidingbeheerders	f 21,67	f 19,74	-f 1,93
Totale Technische Kosten	f 25,44	f 34,06	
Maatschappelijke kosten	f 11,81	f 10,43	
Totale Maatsch. en Tech. kosten	f 37,25	f 44,49	

Bedragen in miljoenen.

Op basis van de schema's in de paragrafen 5.3 en 5.4 kan het volgende geconcludeerd worden.

- De kosten voor Gemeente Werken stijgen van f 3,76 (Volle Grond) naar f 14,32 (ILT) miljoen: dit is een toename van f 10,56 miljoen;
- De kosten van de leidingbeheerders nemen af van f 21,67 (Volle Grond) naar f 19,74 (ILT) miljoen: dit is een afname van f 1,93 miljoen.
- Verwacht werd dat de maatschappelijke voordelen van de ILT de doorslag zouden geven. Wanneer de totale kosten, inclusief de maatschappelijke kosten, voor ILT- en Volle Grond situatie berekend worden blijkt dat de ILT situatie nog ruimschoots duurder uitvalt (respectievelijk $f 34,06 + f 10,43 = f 44,49$ tegen $f 25,44 + f 11,81 = f 37,25$ miljoen).
- Het is duidelijk waarom uit de hoek van de leidingbeheerders niet gevraagd wordt om een ILT. De besparing voor hen is (op basis van NCW) minimaal.
- Gemeente Werken heeft te maken met een sterke stijging van de kosten dus ook deze zal het toepassen van een ILT niet promoten. Dit is waarschijnlijk ook de reden dat alle voorgaande studies m.b.t. ILT's hebben uitgewezen dat de technische- en uitvoeringsproblemen oplosbaar zijn maar dat de ILT toch niet wordt toegepast. Gezien het geringe aantal ILT's in Nederland is het duidelijk dat de overheid denkt in overeenstemming met de NCW-methode. Deze hecht dus weinig waarde aan besparingen of kosten in de verre toekomst (korte termijn politiek).
- De minimale daling van de kosten van de leidingbeheerders wordt veroorzaakt doordat de kosten op T=0 hetzelfde zijn en alleen de kosten in de "verre toe-

komst" drastisch verminderen. Deze laatste wegen door het contant maken niet zwaar mee. De stijging van de kosten van Gemeente Werken is gelegen in de investering in de ILT.

- Onder andere omstandigheden dan in het Rotterdamse is de ILT wel een levensvatbaar alternatief. De omgevingsfactoren en randvoorwaarden in Rotterdam geven wellicht de meest ongunstige omstandigheden voor een ILT weer. De berekeningen en voorbeelden in dit rapport geven dit aan. In Parijs is de ILT een goed alternatief omdat deze eigenlijk al bestond (in de vorm van over-gedimensioneerde riolen). In andere landen waar de ILT is toegepast is de ondergrond draagkrachtiger (Madrid), de bovengrond veel intensiever benut (Japan) of heeft de overheid een andere mentaliteit (Oost-Duitsland). In deze landen tilt men dus zwaarder aan voordelen en kosten in de verre toekomst dan in Nederland.
- Het totaal geïnvesteerd vermogen, in de Volle Grond Situatie, is f 89,09 miljoen en vermeerderd met de totale maatschappelijke kosten (f 34,00) geeft dit f 123,09 miljoen. Het totaal geïnvesteerde vermogen, in de ILT Situatie, is f 50,00 miljoen en vermeerderd met de totale maatschappelijke kosten (f 10,43) geeft dit f 60,43 miljoen. Hier is in feite sprake van een NCW op basis van een discontovoet van 0%. Bij toepassing van een ILT worden de totale kosten dus gehalveerd.
- De gevoeligheid van de resultaten voor variatie van de discontovoet is klein. Slechts bij een zeer lage discontovoet, die in praktijk niet voorkomt, kunnen de resultaten positief uitpakken voor de ILT.

6.2 AANBEVELINGEN

Eerder verrichtte studies gaven op technisch gebied een voordeel voor de ILT aan. ILT's worden in het buitenland veelvuldig toegepast. Gezien deze informatie moet bekeken worden welke (omgevings)factoren hiervan de oorzaak zijn. Dit zijn gebieden waarop nader onderzoek verricht moet worden.

- Analyse van de gebiedsvoorwaarden die benodigd zijn om een rendabele ILT te verkrijgen.
Welke voorwaarden zijn hiervoor benodigd (studie in het buitenland) ?
Zijn deze voorwaarden in Nederland te vinden ?
- Waardering van de maatschappelijke kosten en baten door de Nederlandse overheid.
Verschilt de Nederlandse waardering van de Japanse ?
Waardoor wordt dit dan veroorzaakt ?
- De invloed van een compleet nieuw eisenpakket op de kostenaspecten van een ILT.
Welke situatie ontstaat wanneer, bijvoorbeeld in de toekomst, er andere eisen worden gesteld m.b.t. capaciteit, veiligheid en nieuwe systemen ?

Informatie uit deze opgeworpen vragen zou verduidelijkend kunnen werken op de "Mogelijkheden en beperkingen van ILT's" in het Nederlands stedelijk gebied.

6.3 NABESCHOUWING

Uit de conclusie bleek dat onder de gegeven omstandigheden de ILT niet rendabel is. In dit hoofdstuk wordt aangegeven onder welke omstandigheden de ILT dit wel is. Hierin is dezelfde systematiek aangehouden als in de opstelling van het draaiboek. Om vast te stellen wanneer de ILT wel haalbaar is moeten zowel conclusies als aannamen worden beschouwd.

Conclusies

Twee soorten omgevingsfactoren beïnvloeden de ILT, "natuurlijke" en "bestuurlijke" factoren.

Natuurlijke factoren.

- Een ondergrond die draagkrachtig is zal voordeliger zijn voor de ILT situatie. Wanneer ook nog werkzaamheden aan de ondergrond ontbreken zal de wegvernieuwingscyclus zeer lang kunnen worden (Madrid, Brussel ed.). Dit heeft dezelfde invloed op zowel ILT als Volle Grond situatie zodat de conclusie niet verandert.
- De dichtheid van de bovengrond. Rotterdam stond model voor dit onderzoek. In bijvoorbeeld Tokyo (Japan) zijn de maatschappelijke kosten bij verstoring van de bovengrondse processen veel hoger. Dit komt door de nog intensievere benutting van de stedelijke ruimte. De Engelse methode die is gebruikt voor de schatting van deze kosten spreekt over normbedragen die in bepaalde situaties mogelijk zijn van f 270,-- per m^2 per dag (in Rotterdam ligt dit tussen de f 30,-- en de f 70,--).

Bestuurlijke factoren.

In dit kader wordt hiermee bedoeld de houding van de overheid t.a.v. werkzaamheden aan kabels en leidingen en de hieruit voortvloeiende maatschappelijke kosten. Hieronder worden enkele argumenten gegeven om de realisatie van een ILT verplicht te stellen.

- De ILT heeft een positief effect op de zekerheid van leverantie van de nutsvoorzieningen, wat in bepaalde gevallen zeer belangrijk is (denk hierbij aan ziekenhuizen en fabrieken).
- In hoofdstuk 4.2 werd vastgesteld dat de veiligheid van de omgeving verhoogd wordt wanneer leidingen in een ILT worden gelegd.
- De overheid zal de ILT ook verplichten wanneer deze veel waarde hecht aan het voorkomen van maatschappelijke kosten. In het geval van Japan komt dit naar voren. Maatschappelijke kosten zijn daar te hoog en men zal waarschijnlijk meer op voordelen in de toekomst letten.

Buiten het verplichten van een ILT is er op bestuurlijk gebied nog het verbieden van werkzaamheden aan kabels en leidingen.

- Een leidingbeheerder in Japan heeft de gelegenheid om werkzaamheden te verrichten aan kabels en leidingen en mag dan voor een periode van 3 tot 5 jaar geen verstoring van de bovengrond veroorzaken. Dit gecombineerd met

de verplichting tot leverantie betekent dat bij leidingen in de volle grond calamiteiten binnen deze 3 jaar voor grote problemen zorgen voor de leiding-beheerder.

- Er moet vermeld worden dat waarschijnlijk de hoogte van de maatschappelijke kosten in Japan, tot 10 keer hoger dan in Nederland, de aanleiding zijn geweest voor dit verbod.

Aannamen

Veranderingen in de aannamen t.b.v. het draaiboek zijn ook mogelijk. Enkele zullen nu worden gegeven.

- Het is mogelijk om dezelfde berekening te maken met een discontovoet van 6% en lager. Dit heeft een positieve invloed op de ILT situatie. Het is echter niet redelijk zulke percentages te gebruiken om NCW-berekeningen uit te voeren.
- Een andere factor is de wegvernieuwingscyclus. Wanneer deze langer wordt komt dit weer ten gunste van zowel de ILT als de Volle Grond situatie zodat de conclusie niet beïnvloed wordt.
- Ook is het mogelijk om de aanvang van de bouw van de ILT te verschuiven naar $T=10$ of $T=15$. Wanneer over deze periode de precariokosten verhoogd worden voor geheel Rotterdam is het mogelijk om gedurende deze tijd voor de ILT te sparen. In Bijlage 6.2 is dit uitgewerkt. De conclusie daarvan is dat wanneer verspreid over Rotterdam 9 km ILT gerealiseerd wordt, een bedrag van f 90 miljoen gespaard moet worden. Dit betekent dat de precarioheffing moet stijgen met 22% voor een "spaarperiode" van 10 jaar of met 13% voor een spaarperiode van 15 jaar.

Hiermee is aangegeven waarom in andere landen wel ILT's gebouwd worden en waar de mogelijkheden in Nederland zijn om de ILT te kunnen realiseren. Nieuwe studie op deze punten is aanbevelenswaardig.

HOOFDSTUK 7
BIJLAGEN

7.1 LITERATUURLIJST

- Bron 1: Stichting Beroepsopleiding Weg- en Waterbouw, oktober 1992, "Ondergronds verkeer".
- Bron 2: Dienst Openbare Werken Amsterdam, ir J.G. van den Belt, juli 1989, "Advies over het leggen van een kabel- en leidinggoot of -tunnel onder het Damrak".
- Bron 3: Dienst Openbare Werken Amsterdam, ing. F. Brink, 1985, "Oriënterende studie betreffende de mogelijkheden van: goten cq tunnels voor kabels en leidingen, gebaseerd op een lokatie in Gaasperdam".
- Bron 4: KIVI, Sectie voor tunneltechniek, 1980, "Tunnels voor kabels en leidingen".
- Bron 5: KIVI, Afdeling voor tunneltechniek en ondergrondse werken, 1988, "Boortechnieken voor utilitaire tunnels en hun toepassingen".
- Bron 6: Bureau Stichting Buisleidingenstraat Zuidwest Nederland, juli 1993, "Overzicht en beschrijving van het ontstaan, de aanleg, het gebruik en het beheer van de buisleidingstraat Pernis-Klundert-België-Zeeland".
- Bron 7: Nederlandse Vereniging voor Sleufloze Technieken en Toepassing en de afdeling voor Tunneltechniek en Ondergrondse werken van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (NSTT/KIVI), april 1994, "Integrale Leidingtunnels"
- Bron 8: Gemeente Werken Rotterdam, Gemeenteblad nr. 40, "Reclame-, retributie, en precarioverordering 1994".
- Bron 9: DHV Milieu en Infrastructuur B.V., ir J.G. Voorhoeve, september 1994, "De invloed van maatschappelijke kosten in relatie tot het toepassen van sleufloze technieken bij de aanleg of vervanging van de kleine ondergrondse infrastructuur".
- Bron 10: Gemeente Werken Rotterdam, Beheer Wegen Leidingenbureau, oktober 1991, "Algemene richtlijnen bij de indeling van leidingen in het beheersgebied van de gemeente Rotterdam".

-
- Bron 11: De ingenieur, prof. ir. Wiggerts, Hoogleraar Civiele Planologie TH Delft, mei 1978,
"De derde dimensie in de planning van de infrastructuur".
- Bron 12: W.J.M. Bots, maart 1981,
"Concentreren van kabels en leidingen in een tunnel ter plaatse van de Binnen Amstel te Amsterdam"
- Bron 13: Direction des Routes de Bruxelles-Capitale, mei 1977,
"Les cariveaux a cables visitables construits par le service des routes de Bruxelles-Capitale pendent la periode 1973-1977".
- Bron 14: W.J. Berkel, 1984
"Coördinatie van het beheren van wegen en het beheer van leidingen".
- Bron 15: Gemeente Werken Rotterdam, 1993
"Contractprijzen 1993: Krediet-/Budgettrainingsprijzen".
- Bron 16: Gemeente Werken Amsterdam, 1986
"Kommissie Tactische Planning en Realisatie (KTPR) Notitie van 2 april 1986".
- Bron 17: H.M. Vermande, 1981
"Perstunnel voor leidingen onder het kanaal door Zuid-Beveland"
- Bron 18: Vickridge, Ling, Read, 1993
"Evaluating the social costs and setting the charges for road space occupation: No-Dig 1992 Washington"

VI.2 BIJLAGEN

Bijlagen bij hoofdstuk 3:

- Bijlage 3.2A: Basisindeling.
- Bijlage 3.2B: Overzicht voorstel diepteligging van kabels en leidingen.
- Bijlage 3.2C: Afwijkende indelingen.
- Bijlage 3.3 : Levensduur van de verschillende leidingen.

Bijlagen bij hoofdstuk 4:

- Bijlage 4.3A: Weging van de criteria.
- Bijlage 4.3B: Doorsnede rijbaan en gemeentelijke bestrating van de Case-Situatie.
- Bijlage 4.3C: Voorzieningen t.b.v. de ILT; uitgebreide weergave volgens NSTT/Kivl.
- Bijlage 4.3D: Functionele indeling van de ILT.
- Bijlage 4.3E: Voorzieningen in de ILT.

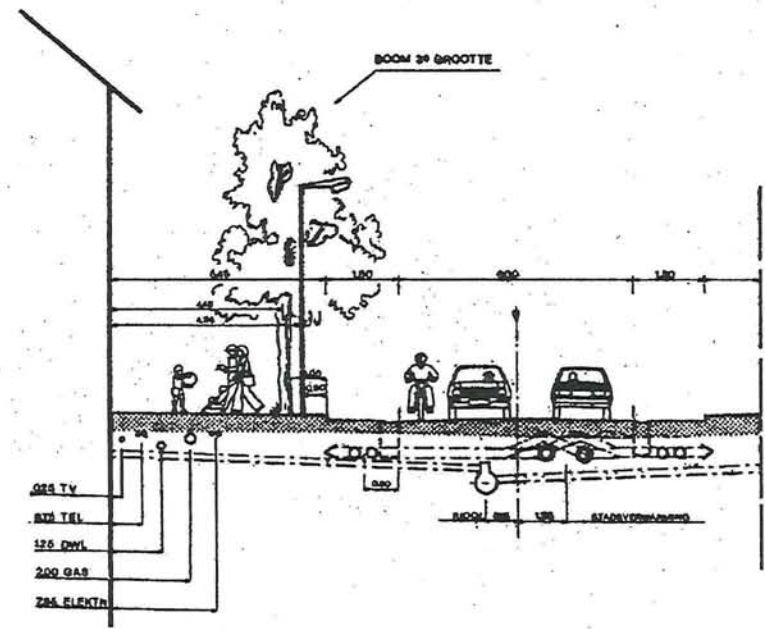
Bijlagen bij hoofdstuk 5:

- Bijlage 5.3A: Kosten Gemeente Werken $T=0, 20, 40, 60, 80$.
- Bijlage 5.3B: Kosten Leidingbeheerders; Jaarlijks/ $T=0$.
- Bijlage 5.3C: Investeringsafwegingen 1 t/m 6.
- Bijlage 5.3D: Overzichtsschema kosten.
- Bijlage 5.3E: Contant maken van de kosten en de Netto Contante Waarden.
- Bijlage 5.4A: Kosten Gemeente Werken en leidingbeheerders $T=0$.
- Bijlage 5.4B: Jaarlijkse kosten Gemeente Werken en leidingbeheerders.
- Bijlage 5.4C: Kosten in de 25-jaar-cyclus voor Gemeente Werken.
- Bijlage 5.4D: Overzichtsschema kosten.
- Bijlage 5.4E: Contant maken van de kosten en de Netto Contante Waarden.
- Bijlage 5.5A: Wijziging discontopercentage bij investeringsafwegingen.
- Bijlage 5.5B: Contant maken van de kosten en de Netto Contante Waarden bij disconto 6%.
- Bijlage 5.5C: Contant maken van de kosten en de Netto Contante Waarden bij disconto 10%.

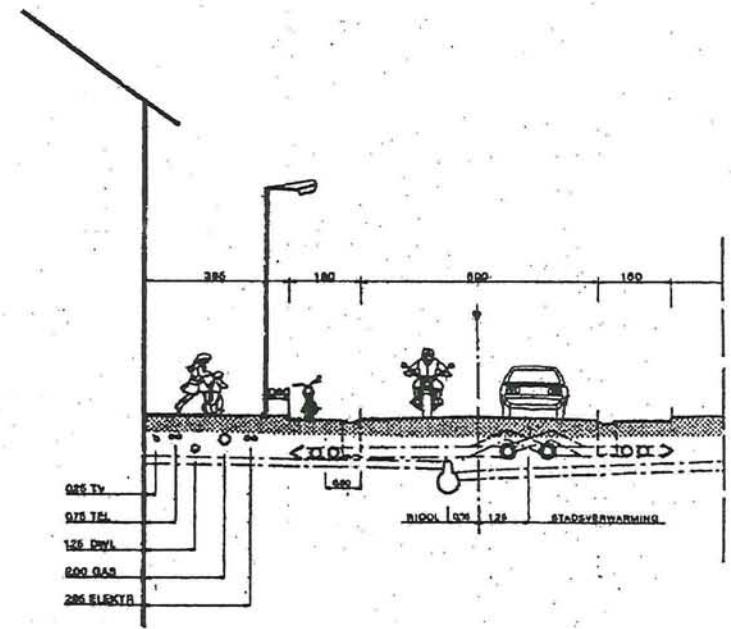
Bijlage bij hoofdstuk 6:

- Bijlage 6.2 : Verhoging precario t.b.v. ILT realisatiefonds

TROTTOIR MET BOOM



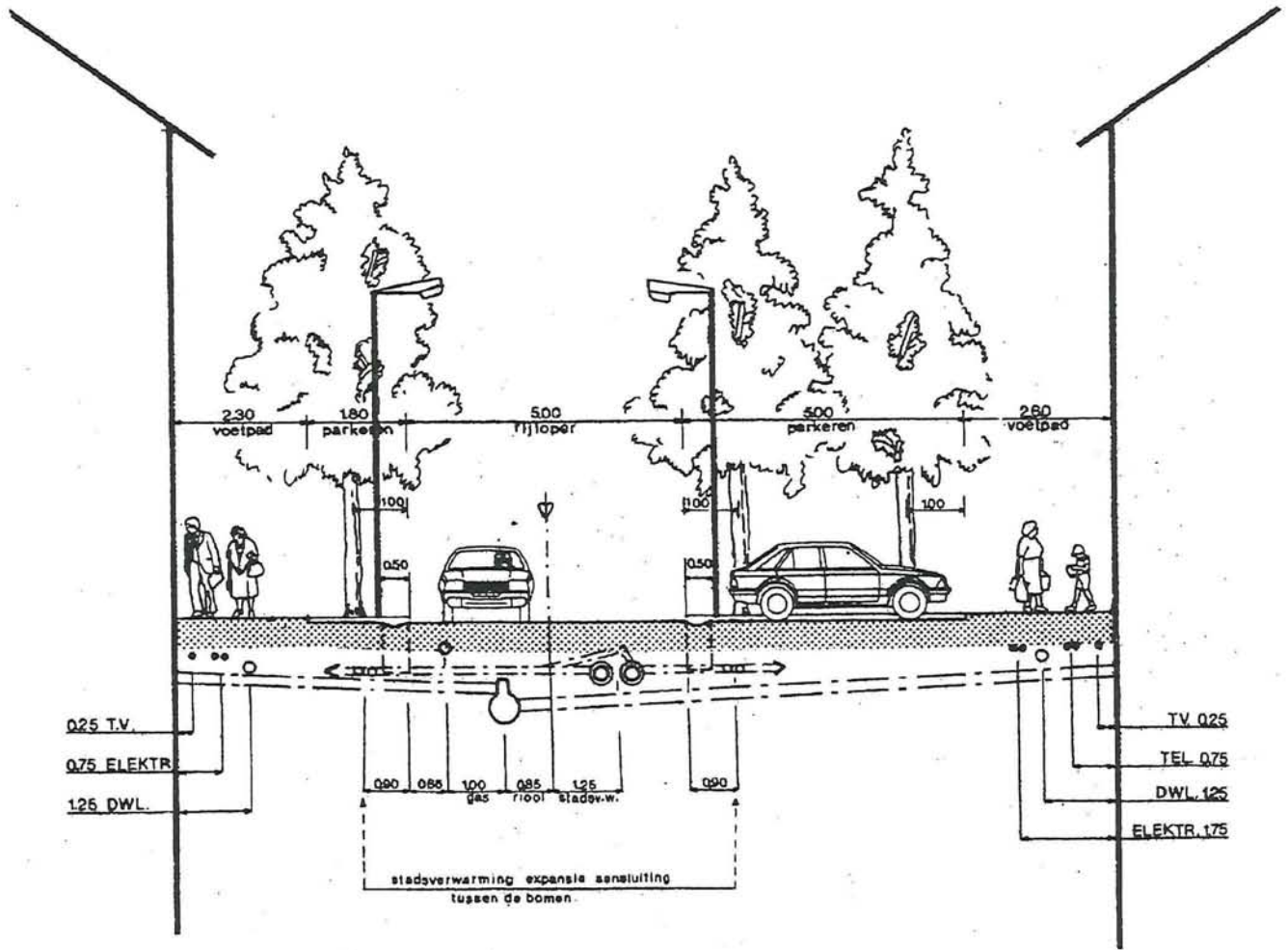
TROTTOIR ZONDER BOOM



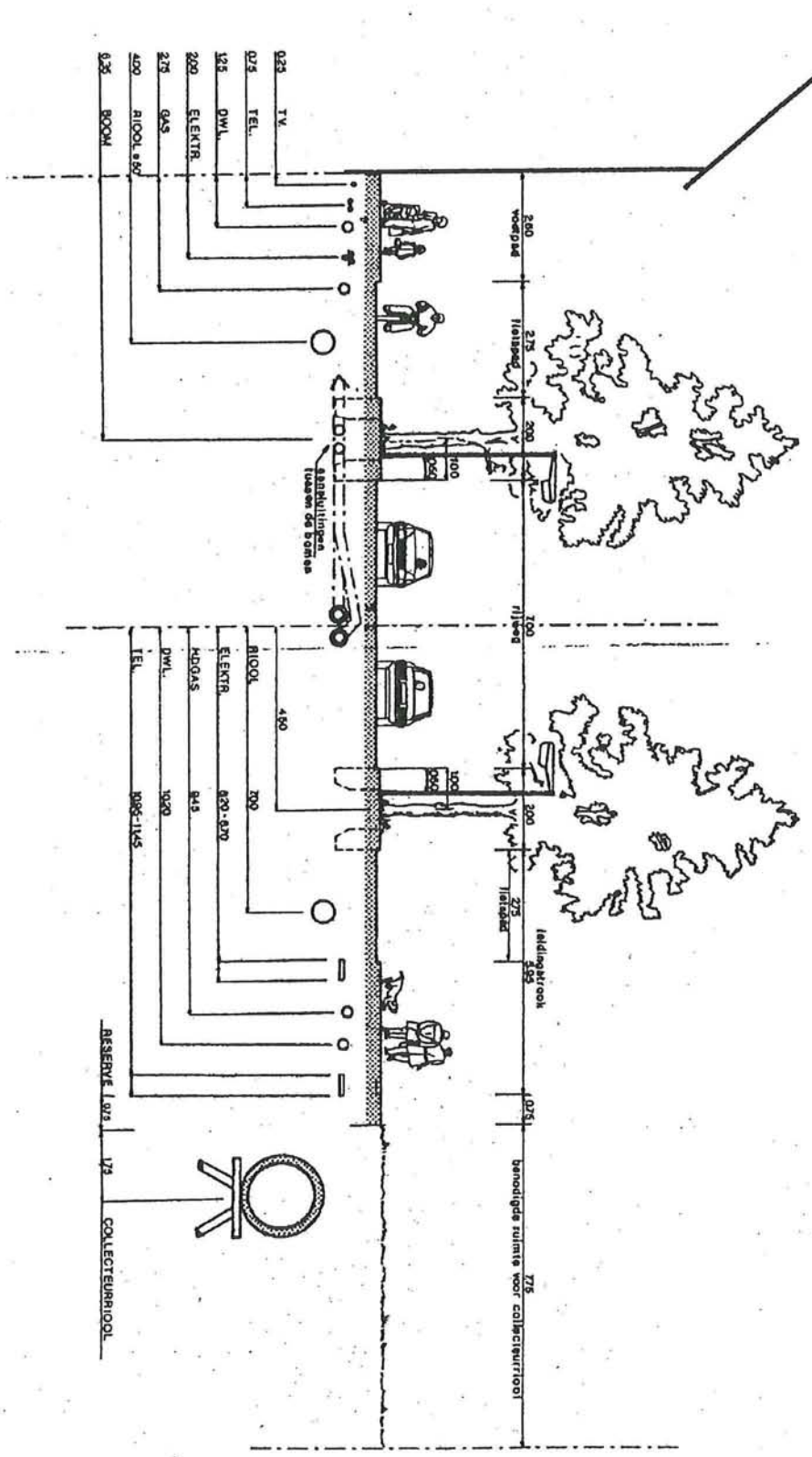
BIJLAGE 3.2B: OVERZICHT VOORSTEL DIEPTELIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN

Overzicht voorstel diepteligging van kabel en leidingen.		Te plaatsen leidingen																				
Leidingdekking t.o.v. bovenkant verharding [m]	<input type="checkbox"/> Te leggen over <input type="checkbox"/> Directie beslist <input type="checkbox"/> Te leggen onder	Te leggen leidingen																				
		GEB-CAI (huisoansluitingen)	PIT huisoansluitingen	PIT-telecommunicatie	DWL huisoansluiting	DWL ≤ 250 mm	DWL > 250 mm	GEB-gas huisoansluiting	GEB-gas ≤ 200 mm	GEB-gas overige	GEB-LS huisoansluitingen/OV-Sign.	GEB-LS	GEB-kabelnet 10 t/m 25 kV	GEB-kabelnet 150 kV	GEB-SV huisoansluitingen	GEB-SV	GEB-SV transp.	Riool huisoansluitingen	Riool/singelverb./spuileid.	Rioolpersleidingen	Overige kabels en leiding.	
0.60	Centrale antenne inrichting (inkl. huisoansluiting) (GEB-CAI)	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.50	Huisoansluitingen telecommunicatie-kabel (PIT-telecommunicatie)	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.60	Kabelbed overige telecommunicatie-kabels (PIT-telecommunicatie)	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.90	Huisoansluitingen drinkwater (DWL)	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.70	Drinkwater ≤ 250 mm (DWL)	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.00	Drinkwater > 250 mm (DWL)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.40	Huisoansluitingen gas (GEB-gas en warmte)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.70	Gas, lagedruk, hogedruk 1 bar ≤ 200 mm (GEB-gas en warmte)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.00	Gas, overig hogedruk (GEB-gas en warmte)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.60	LS huisoansluitingen + OV (GEB-kabelnet) + Signalisatie (VDR)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.60	Laagspanning (GEB-kabelnet)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.80	Hoogspanning elektr. 10 t/m 25 kV (GEB-kabelnet)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.00	150 kV elektr. (GEB-kabelnet)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.90	Stadsverwarming huisoansluitingen (GEB-gas en warmte)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.70	Stadsverwarming (GEB-gas en warmte)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.00	Transportleiding stadsverwarming (GEB-gas en warmte)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.95 (peilmaten)	Riolering huisoansluitingen	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
> 1.10 (peilmaten)	Riolering, singelverbindingen en spuileidingen gemeente Rotterdam	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.00	(Riool)persleidingen, brandblusleidingen (gemeente Rotterdam)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.00	Overige kabels en leidingen (overige beheerders)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.70	Minimale dekking in groenvoorziening	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.00	Kabels en leidingen in leidingstraken havengebied	Kruisende kabels en leidingen: dekking 2,5m																				

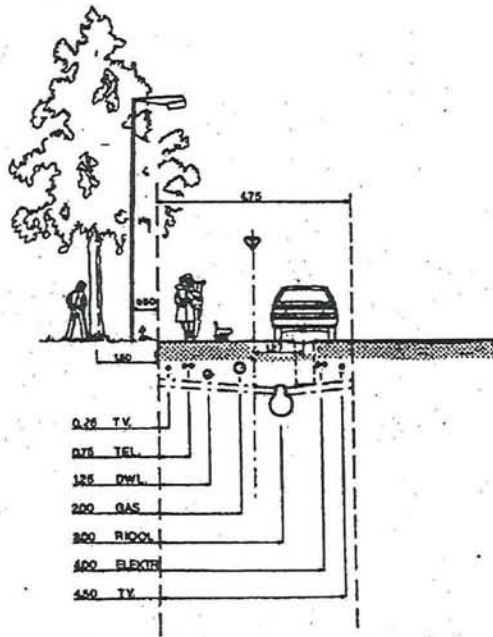
WOONSTRAAT + PARKEREN



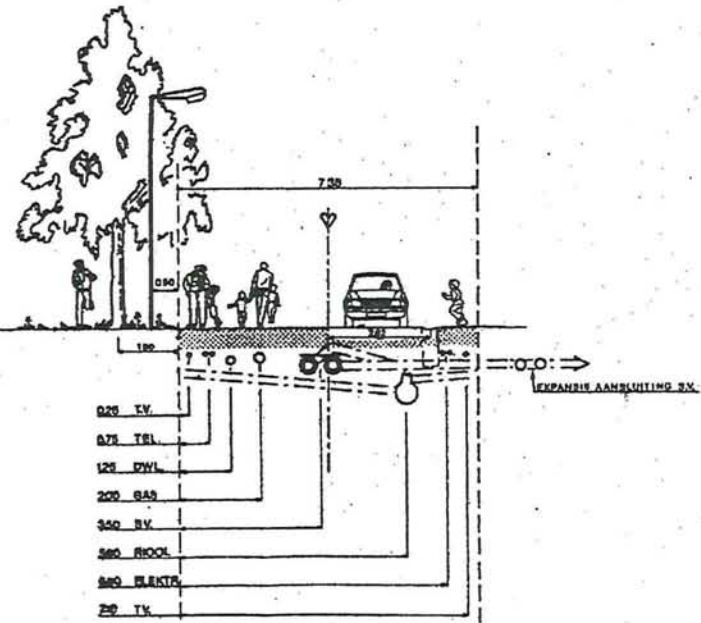
HOOFDONTSLUITINGSWEG



WOONSTRAAT EXCL. S.V.



WOONSTRAAT INCL. S.V.



BIJLAGE 3.3: LEVENSDUUR VAN DE VERSCHILLENDE LEIDINGEN

In Amsterdam is een commissie in het leven geroepen waarin de directeuren van de nutsbedrijven, gemeentewerken en PTT zitting hadden. Deze commissie heet Kommissie Taktische Planning en Realisatie (KTPR). Op grond van de gegevens van de leden van de bovenstaande commissie is inzicht verkregen in de levensduur van kabels en leidingen. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de levensduur per nutsvoorziening.

- Gas 50 jaar
- GEB Elektriciteit 30 jaar
- PTT Telecommunicatie 30 jaar
- Stadsverwarming 100 jaar
- Drinkwaterleiding 100 jaar

Zoals al eerder is vermeld zal wanneer het verstrijken van de levensduur niet samenvalt met het vernieuwen van de weg, de leidingbeheerder een afweging moeten maken wanneer deze de leiding gaat vervangen (aan de hand van schema III).

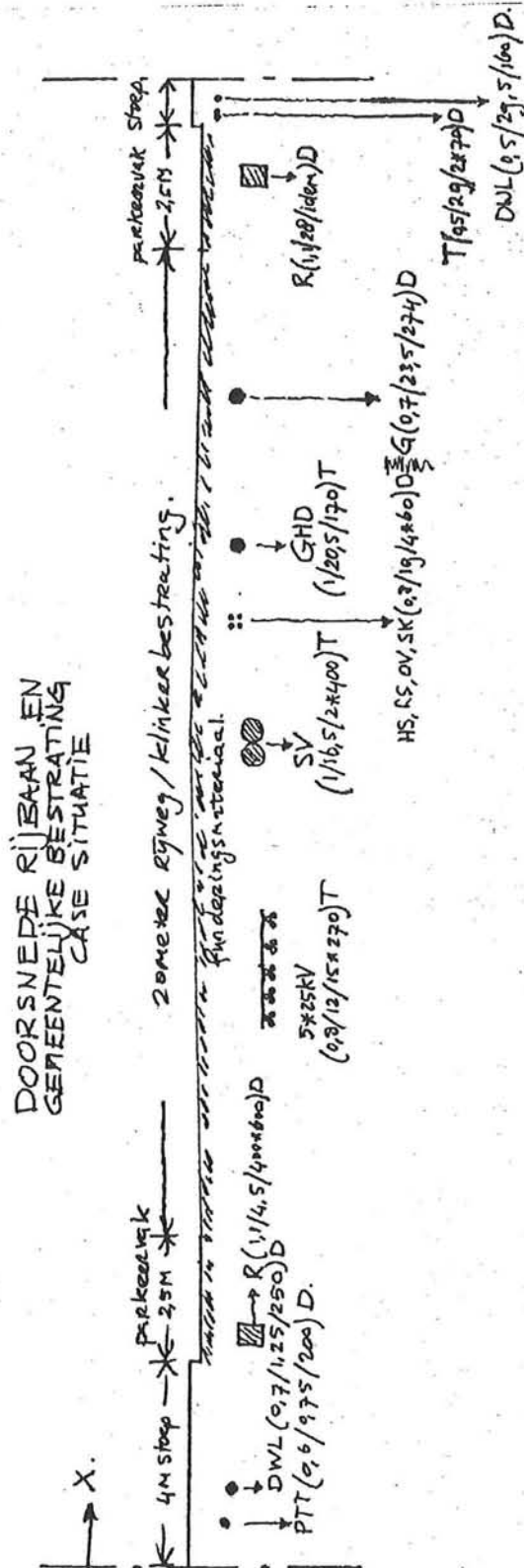
{Gemeentewerken Amsterdam: Kommissie Taktische Planning en Realisatie (KTPR), Notitie van 2 april 1986.

BIJLAGE 4.3A: WEGING VAN DE CRITERIA

	Kruising bestaande infra	Ervaring in NL	Afhankelijk- heid ondergrond	Hinder Verstoring bouwfase	Investering	Aanbrengen leidingen	Inspectie leidingen	Wegings- factor
Kruising bestaande infra	1	0	0	0	0	0	1	2
Ervaring in NL	0	1	0	0	0	0	0	0
Afhankelijk heid ondergrond	1	1	1	0	0	1	1	4
Hinder Verstoring bouwfase	1	1	1	1	0	1	1	5
Investering	1	1	1	1	1	1	1	6
Aanbreng- en leidingen	1	1	1	0	0	1	0	3
Inspectie leidingen	0	1	1	0	0	1	1	3

- Wanneer het rij-criteria belangrijker is dan het kolom-criteria wordt een 1 geplaatst.
- Wanneer het kolom-criteria belangrijker is dan het rij-criteria wordt een 0 geplaatst.
- Wanneer beide criteria even belangrijk zijn wordt op beide kruisingsvakken een 1 geplaatst.

BIJLAGE 4.3B: DOORSNEDE RIJBAAN EN GEMEENTELIJKE BESTRATING VAN DE CASE-SITUATIE



- * 5x25KV (0.8/12/15x270) T
- GEB 25 kilo Volt 5 stuks.
- 0,8m diep.
- x=12 meter.
- 15 leidingen met doorsnede 270mm.
- Transpoortfunctie.

BIJLAGE 4.3C: VOORZIENINGEN T.B.V. DE ILT; UITGEBREIDDE WEERGAVE VOLGENS NSTT / Kivl

Inhoudsopgave:

- Leidingtunnelbeheer;
- Maatregelen aan de ILT;
- Maatregelen aan de leidingen:
 - Algemeen;
 - Gas;
 - Elektriciteit;
 - Water;
 - Telecommunicatie;
 - Stadsverwarming.

- Leidingtunnelbeheer.

Voor het beheer van de ILT is een organisatie nodig die taken vervult voor het waarborgen van de veiligheid, deze zijn o.a.:

- 24 uur per dag aanwezig zijn t.b.v. alarmmeldingen;
- opstellen van veiligheidsvoorschriften;
- zorgen voor naleving van de voorschriften.

De tunnel zou bijvoorbeeld m.b.v. een computer kunnen worden bewaakt. Deze kan voor de overbrenging van bepaalde signalen zorgen: gasdetectie, stroomstoring, ventilatiestoring, inbraakbewaking, hoogwateralarm, pompstoring enz.

De tunnel moet ook regelmatig worden geïnspecteerd. Hierbij moet onder andere gekeken worden naar: de ligging, isolatie, opleggingen en eventuele onregelmatigheden van de leiding.

Het betreden van de tunnel gebeurt niet slechts voor inspectie maar ook t.b.v. werkzaamheden. Bij het betreden moeten de voorschriften worden nageleefd en dient elke toetreding vooraf te worden gemeld.

- Maatregelen aan de ILT.

- De tunnel moet worden voorzien van alle benodigde reddingsapparatuur (brancards, hijsapparatuur voor mensen enz.).
- Afhankelijk van het soort tunnel, moet deze voorzien zijn van bemalingsapparatuur. Automatisch moet geregistreerd worden dat deze in werking is, hetgeen een indicatie is van lekkage van een leiding of de ILT zelf.
- De beheerder zou ook een persluchtleiding kunnen aanleggen t.b.v. werkzaamheden. Bij persluchtgereedschap is geen brandgevaar.
- Voorzieningen t.b.v. het transport van materiaal (d.m.v. wagentjes en loopkat tegen het dak).
- Ook moeten er brandblusapparatuur, zuurstofmaskers e.d. aanwezig zijn.
- De tunnel moet voorzien zijn van een huistelefoon-installatie die niet is aangesloten op het PTT-net. Doordat men deze telefoon intern houdt wordt tegengegaan dat via de telefoonleiding een blikseminslag volgt in de ILT. Bij de aanwezigheid van personen in een tunnel moet de bedieningspost buiten de tunnel altijd bemand zijn.
- De elektrische installatie moet explosie veilig zijn uitgevoerd, deze is dan automatisch water(damp)dicht.
- Men moet de verlichting laten knipperen wanneer een gevaarlijke stof vrijkomt zodat eventuele personen in de tunnel gewaarschuwd worden.
- Inbraakbeveiliging van de ingangen van de ILT.
- Gasdetectie is vereist. Deze moet een explosief of giftig mengsel signaleren. Deze installatie moet op maat zijn gemaakt voor het aanwezige leidingpakket. Zowel onder als bovenin de tunnel moet gasdetectie aanwezig zijn (voor zowel lichte- als zware gassen). Bij het bereiken van 10% van de onderste explosiegrens vindt signalering plaats.
- Om een goede werking van de gasdetectie te waarborgen is het nodig dat er ventilatie in de tunnel aanwezig is.
- De tunnel moet worden voorzien van oplegpunten voor de leidingen. Deze moeten berekend

- zijn op het dragen en verhinderen van opdrijven van de leidingen.
- Rondom de leidingen moet genoeg ruimte zijn voor inspectie en werkzaamheden.
- Zorgen voor ondubbelzinnige identificatie van de leidingen.
- Voorzieningen t.b.v. het trekken van kabels.

- *Maatregelen aan de leidingen.*

Algemeen:

- Overgangsconstructie van ILT naar volle grond moet zijn berekend op zettingsverschillen. Voor dit overgangsgebied moeten graafrestricties gelden
- Nieuwe leidingen moeten in overleg met alle andere beheerders worden aangebracht. Ditzelfde geldt voor reparaties en onderhoud.
- Alle kabels moeten goed geïsoleerd zijn.
- Alle leidingen mogen tijdens de geplande levensduur niet lek raken.
- De buisleidingen in de tunnel moeten een extra toeslag op de wanddikte hebben van 20%. Hierdoor zal een leiding bij een drukstoot die hoger is dan de nominale belasting de leiding niet in de ILT bezwijken maar daarbuiten.
- Lengteverandering door temperatuurswisseling van de leidingen opvangen door verankeringen of expansiebochten.
- Stalen leidingen beschermen door een zware PE coating aan de buitenzijde en kathodische bescherming.
- De opleggingen elektrisch isoleren van de buisleiding.
- Geen onderling contact tussen de leidingen.
- Alle warmte producerende leidingen zodanig dimensioneren en isoleren dat de omgevingstemperatuur in de tunnel niet verhoogd wordt. Leidingen die geen warmte mogen opnemen worden hiertegen geïsoleerd (waterleiding).
- Afsluiters in een leiding aanbrengen buiten de tunnel. Dit geldt ook voor schakelaars in de electriciteitskabels.

Gasleidingen:

- De aardgasdetectie bovenin de tunnel plaatsen aangezien aardgas lichter is dan lucht.

Electriciteitsleidingen:

- Door het nutsbedrijf een berekening laten maken van de hoeveelheid uit te stralen warmte.
- Bij grote warmteproductie een grotere koperdoorsnede of kabel-koeling toepassen.

Waterleidingen:

- Voorkomen van opwarming van de waterleiding.
- Zorgen dat condenswater zonder problemen kan worden afgevoerd.

Telecommunicatieleidingen:

- Aansluit- of versterkerkasten buiten de tunnel opstellen.
- Praktijkproeven hebben aangetoond dat zelfs het verweven van communicatie- en hoogspanningskabels geen probleem is.

Stadsverwarmingsleidingen:

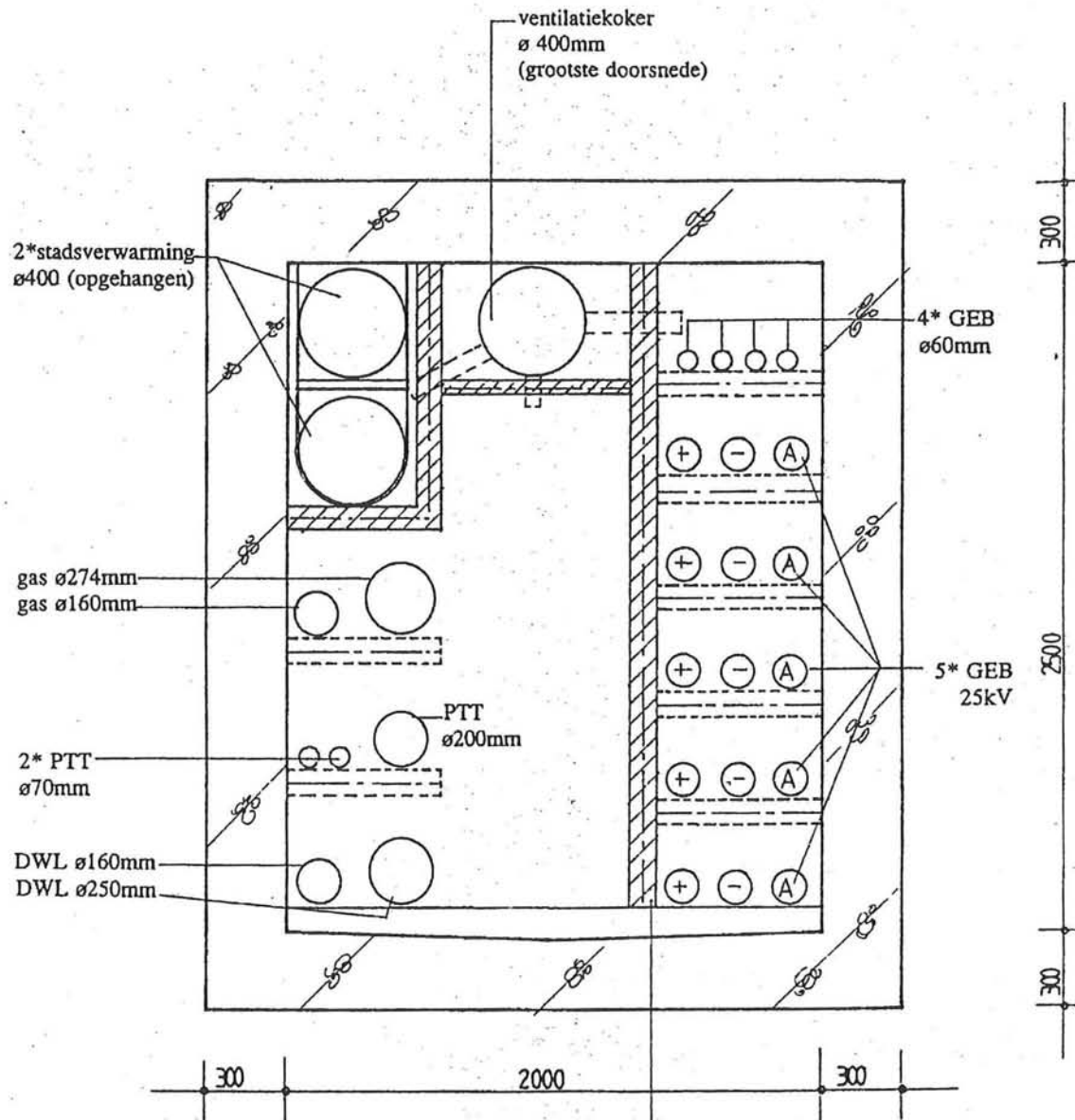
- Voorzien van een goede warmte-isolatie.

{Bron 7, 48 t/m 62}

BIJLAGE 4.3D: FUNCTIONELE INDELING VAN DE ILT

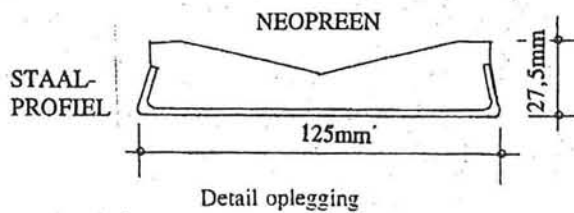
Enkele afwegingen waarin de indeling ten grondslag ligt:

- Voor SV-leidingen maakt het niet uit of deze opgewarmd worden, eventueel is voor de afgesloten ruimte van de stadsverwarmingsleidingen geen afzuiging/ventilatie benodigd.
- Bij opwarming verandert de weerstand van electriciteitsleidingen hetgeen problemen oplevert. De ruimte van deze leidingen moet dus wel geventileerd worden.
- Waterleiding wordt onderin de ILT gehouden omdat deze eventueel condenswater en bij lekkage, lekwater kan veroorzaken. Electriciteit- en telecommunicatieleidingen moeten hier dus altijd boven liggen, maar met het oog op corrosie is het verstandig om alle leidingen hierboven te houden.
- Electriciteit- en telecommunicatieleidingen moeten uit elkaar worden gehouden i.v.m. brom- en ruisproblemen.
- Gas moet uit de buurt van electriciteit- en stadsverwarmingsleidingen gehouden worden. Dit i.v.m. de afname van de energieinhoud van gas bij stijging van de temperatuur.
- Telecommunicatie- en stadsverwarmingsleidingen moeten gescheiden worden i.v.m. verandering van de capaciteit bij stijging van de temperatuur bij de eerste.
- Zware (d.w.z. grootte diameter) leidingen worden aan de buitenzijde gehouden zodat deze bij onderhoud ed. niet over de andere leidingen worden getild.
- Het afzuigkanaal is getekend met de grootste doorsnede. Deze kan namelijk verjongen.
- T.b.v. uitzetting van electriciteit- en stadsverwarmingsleidingen zijn expansieruimten nodig, hiervoor is geen ontwerp gemaakt.
- Met compartimentering is geen rekening gehouden.
- T.b.v. loop- en transportruimte is een oppervlakte vrijgehouden in de ILT-doorsnede van ongeveer 900 X 2000 mm².
- Als steunen t.b.v. de leidingen worden HE 100B genomen (h.o.h. 2000 mm).

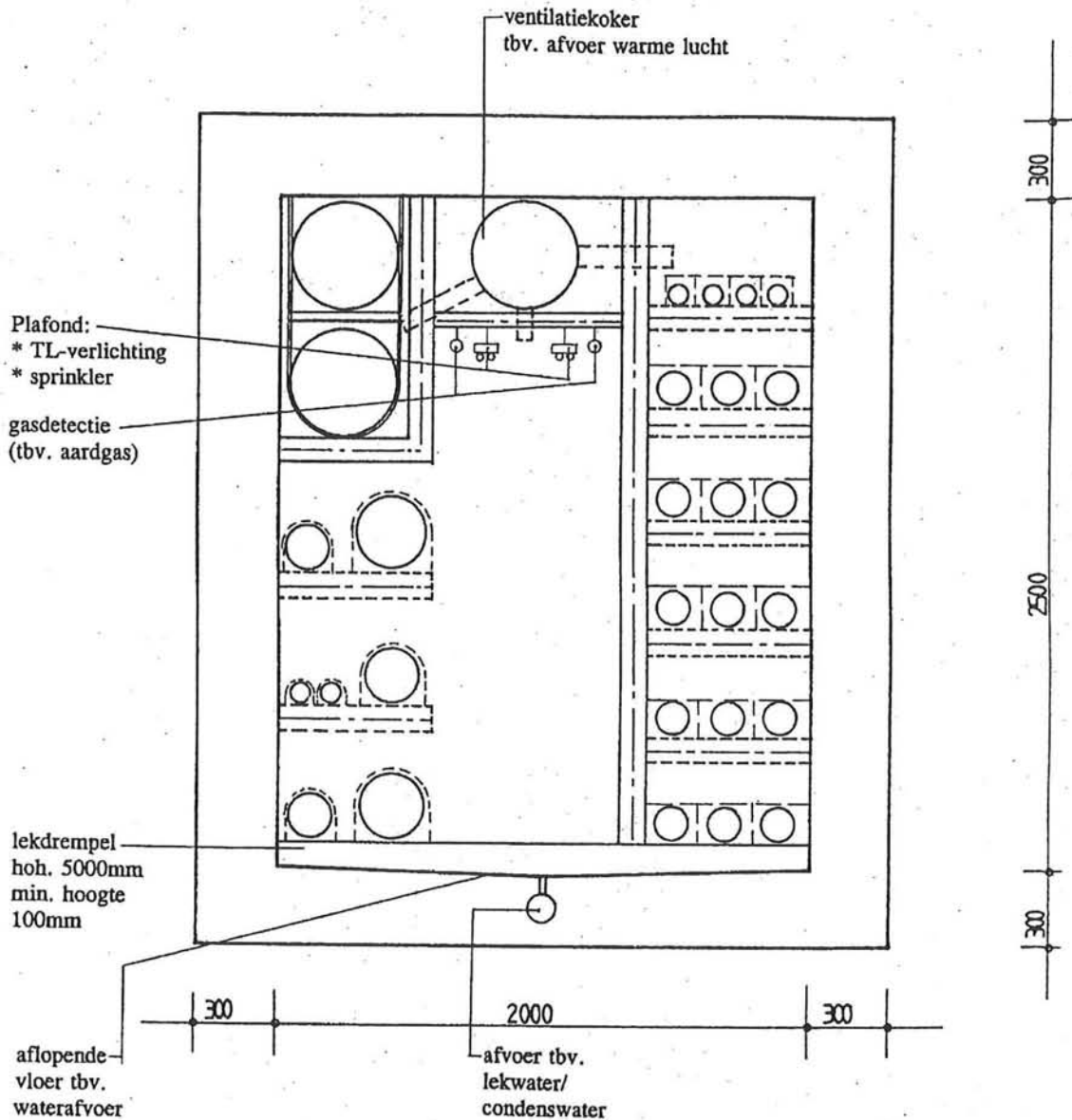


Oplegsteunen
 IPE 100
 hoh. 2000mm

Isolerende schuifwand
 dikte 200mm
 (hitte bestendig
 en demontabel)



BIJLAGE 4.3E: VOORZIENINGEN IN DE ILT



- * alle schakelapparaten en
verrichtingen explosievrij
- * om alle leidingen beugels om
opdrijven tegen te gaan
- * alle leidingen op kathodische
bescherming aangesloten
- * stadsverwarming en electra
hebben een expansieruimte

BIJLAGE 5.3A: KOSTEN GEMEENTE WERKEN T=0, 20, 40, 60, 80

<u>Kosten Gemeente Werken (T=0, 20, 40, 60, 80)</u>	VG	
<u>Rijweg (per m²):</u> - Uitbreken bestrating en afvoeren - Uitbreken repak en afvoeren - Toeslag voor >0,1 meter ophogen en extra trillen - Levering nieuwe repak, verwerken profileren en wal- sen - Levering nieuwe bestrating bestraten en trillen - Totaal:	f 2,42 f 4,56 f 27,16 f 18,81 f 68,03 f 120,98	
<u>Trottoir (per m²):</u> - Uitbreken bestrating en afvoeren - Toeslag voor >0,1 meter ophogen en extra trillen - Levering nieuwe bestrating en trillen - Totaal:	f 2,42 f 27,16 f 68,03 f 97,61	
<u>Totaal:</u> - Rijweg-oppervlakte (incl. parkeervakken)= 25 X 1000 = 25.000 m ² => 25.000 X f 120,98 => - Trottoir-oppervlakte= 5 X 1.000 = 5.000 m ² => 5.000 X f 97,61 => - Subtotaal: - Algemene Kosten (15%) - Prijsniveau '93=>'94 (10%) - <u>Totaal:</u>	f 3.024.500,-- f 488.050,-- f 526.883,-- f 351.255,--	f 3.512.550,-- f 4.390.688,--

BIJLAGE 5.3B: KOSTEN LEIDINGBEHEERDERS; JAARLIJKS/T=0

Kosten Leidingbeheerders	VG
<p>Jaarlijks</p> <p><u>Precario:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gas (hoge druk), 1 stuk f 8,60 - GEB (electr, 25 KV), 15 stuks f 129,-- - Stadsverwarming, 2 stuks f 1,40 - PTT Telecom, 3 stuks f 2,10 - DWL, 2 stuks f 1,40 - GEB (LS, HS, OV, SK), 4 stuks f 2,80 - Gas (lage druk), 1 stuks f 0,70 - Totaal: f 146,-- <p><u>Totaal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 1.000 meter lengte => 1.000 X f 146,- - f 146.000,-- 	
<p>Vernieuwing leidingen T=0</p> <p><u>Gas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwijderen d=170mm, hoge druk f 198,33 - Leggen d=170mm, hoge druk f 600,67 - Verwijderen d=274mm, lage druk f 137,-- - Leggen d=274mm, lage druk f 339,76 <p><u>DWL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwijderen d=250mm, PVC f 125,-- - Leggen d=250mm, PVC f 210,-- - Verwijderen d=160mm, PVC f 106,67 - Leggen d=160mm,PVC f 144,-- <p><u>GEB:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwijderen 25 kV, 15 stuks f 850,-- - Leggen 25 kV, 15 stuks f 5.475,-- - Verwijderen LS, HS, OV, SK, 4 stuks f 100,-- 	

Vervolg:		VG
- Leggen LS, HS, OV, SK, 4 stuks	<i>f</i> 530,--	
<u>Stadsverwarming:</u>		
- Verwijderen d=400mm	<i>f</i> 971,43	
- Leggen d=400mm	<i>f</i> 3.428,57	
<u>PTT Telecom:</u>		
- Verwijderen d=70mm, 3 stuks	<i>f</i> 80,--	
- Leggen d=70mm, 3 stuks	<i>f</i> 415,--	
<u>Totaal:</u>		
- Kosten <i>f</i> 13.711,42 per m ¹ => 1.000 X <i>f</i> 13.711,42 =>	<i>f</i> 13.711.430,--	
- Algemene Kosten (20%):	<i>f</i> 2.742.286,--	
- Prijsniveau '93=>'94 (10%):	<u><i>f</i> 1.371.143,--</u>	
- <u>Totaal:</u>		<i>f</i> 17.824.859,--

BIJLAGE 5.3C: INVESTERINGS-AFWEGINGEN 1 T/M 6

Investeringsafweging 1: Gas (hoge druk)	VG
<p>=> diepte 1 meter, d=170mm => breedte geul= 2,17 meter. => levensduur= 50 jaar => op T=40, resterende levensduur 10 jaar.</p>	
<p>Bij vervanging op T=40:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwijderen/leggen f 799,-- - Algemene Kosten (20%) f 159,80 - Prijscorrectie (10%) f 79,90 <p>- <u>Totaal:</u> f 1.038,70</p>	
<p><u>Bij vervanging op T=50:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwijderen/leggen f 799,-- - Uitbreken en afvoeren bestrating f 5,25 - Uitbreken en afvoeren repak f 9,90 - Leveren bestrating, straten en trillen f 147,63 - Toeslag >0,1 m diepte en trillen f 58,94 - Retributieheffing f 274,72 (f 126,60/m²) - Algemene Kosten (20%): f 259,09 - Prijscorrectie (10%): f 129,54 <p>- Subtotaal: f 1.684,07</p> <p>- Contante waarde T=40: 1,08⁻¹⁰ 0,463</p> <p>- <u>Totaal:</u> f 780,05</p>	
<p>Dus de gas hoge druk leiding wordt vervangen op T=50 jaar en op T=100 jaar is de resterende boekwaarde nihil.</p>	

Investeringsafweging 2: GEB (elect, 25 kV)	VG
=> diepte 0,8 meter, d=130mm => breedte geul= 2,9 meter. => levensduur= 30 jaar => op T=20, resterende levensduur 10 jaar.	
Bij vervanging op T=20: - Verwijderen/leggen - Algemene Kosten (20%) - Prijscorrectie (10%) - <u>Totaal:</u>	f 6.325,-- f 1.265,-- <u>f 632,50</u> f 8.222,50
Bij vervanging op T=30: - Verwijderen/leggen - Uitbreken en afvoeren bestrating - Uitbreken en afvoeren repak - Leveren bestrating, straten en trillen - Toeslag >0,1 m diepte en trillen - Retributieheffing (f 126,60/m ²) - Algemene Kosten (20%) - Prijscorrectie (10%) - Subtotaal: - Contante waarde T=40: 1,08 ⁻¹⁰ - <u>Totaal:</u>	f 6.325,-- f 7,02 f 13,22 f 197,29 f 78,76 f 367,14 f 1.397,69 <u>f 698,84</u> f 9.084,96 0,463 f 4.208,09
Dus de GEB (25 kV) leiding wordt vervangen op T=30 jaar en op T=100 jaar is de resterende boekwaarde 2/3 X 1000 X f 9084,96 = f 6.057.000,--	

Investeringsafweging 3: PTT Telecom (distributie => rijzen)	VG
=> diepte 0,6 meter, d=200mm (1 stuk) /d=70mm (2 stuks) => breedte geul= 1,74 meter. => levensduur= 30 jaar => op T=20, resterende levensduur 10 jaar.	
<u>Bij vervanging op T=20:</u> - Verwijderen/leggen f 495,-- - Algemene Kosten (20%) f 99,-- - Prijscorrectie (10%) f 49,50 - <u>Totaal:</u> f 643,50	
<u>Bij vervanging op T=30:</u> - Verwijderen/leggen f 495,-- - Uitbreken en afvoeren bestrating f 4,21 - Uitbreken en afvoeren repak f 7,93 - Leveren bestrating, straten en trillen f 118,37 - Toeslag >0,1 m diepte en trillen f 47,26 - Retributieheffing (f 126,60/m ²) f 220,28 - Algemene Kosten (20%) f 178,61 - Prijscorrectie (10%) f 89,31 - Subtotaal: f 1.160,97 - Contante waarde T=40: 1,08 ⁻¹⁰ 0,463 - Subtotaal: f 537,75 - Rijzen op T=20, incl. AK en prijs- correctie f 269,75 - <u>Totaal:</u> f 807,50	
Dus de PTT leidingen worden vervangen op T=20, 40, 60 en 80 jaar en op T=100 jaar is de resterende boekwaarde nihil	

Investeringsafweging 4: DWL; distributie => rijzen	VG
<p>=> diepte 0,7 meter, d=250mm / d=160mm => breedte geul= 1,81 meter.</p> <p>=> levensduur= 50 jaar</p> <p>=> op T=40, resterende levensduur 10 jaar.</p> <p><u>Bij vervanging op T=20:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwijderen/leggen - Algemene Kosten (20%) - Prijscorrectie (10%) <p>- <u>Totaal:</u></p> <p><u>Bij vervanging op T=100 en rijzen op T=20/40/60/80:</u> Er wordt dus altijd gebruik gemaakt van het initiatief van Gemeente Werken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwijderen/leggen T=100 (1,08⁻⁸⁰) - T=20 rijzen - T=40 rijzen, 1,08⁻²⁰ - T=60 rijzen, 1,08⁻⁴⁰ - T=80 rijzen, 1,08⁻⁶⁰ <ul style="list-style-type: none"> - Subtotaal - Algemene Kosten (20%) - Prijsniveau '93=>'94 (10%) <p>- <u>Totaal:</u></p> <p>Dus de Drinkwaterleidingen worden ver- vangen op T=100 verder wordt deze gerezen op T=20, 40, 60 en 80 jaar en op T=100 jaar is de resterende boekwaarde nihil.</p>	<p><i>f</i> 585,67</p> <p><i>f</i> 117,13</p> <p><u><i>f</i> 58,57</u></p> <p><i>f</i> 761,37</p> <p><i>f</i> 1,24</p> <p><i>f</i> 177,--</p> <p><i>f</i> 37,98</p> <p><i>f</i> 8,15</p> <p><u><i>f</i> 1,75</u></p> <p><i>f</i> 226,12</p> <p><i>f</i> 45,22</p> <p><u><i>f</i> 22,61</u></p> <p><i>f</i> 293,95</p>

Investeringsafweging 5: GEB LS, HS, OV, SK (distributie => rijzen)	VG
=> diepte 0,8 meter, d=60mm (4 stuks) => breedte geul= 1,84 meter. => levensduur= 30 jaar => op T=20, resterende levensduur 10 jaar.	
<u>Bij vervanging op T=20:</u> - Verwijderen/leggen f 630,-- - Algemene Kosten (20%) f 126,-- - Prijscorrectie (10%) f 63,-- - <u>Totaal:</u> f 819,--	
<u>Bij vervanging op T=30 en rijzen op T=20:</u> - Verwijderen/leggen f 630,-- - Uitbreken en afvoeren bestrating f 4,45 - Uitbreken en afvoeren repak f 8,39 - Leveren bestrating, straten en trillen f 125,18 - Toeslag >0,1 m diepte en trillen f 49,97 - Retributieheffing (f 126,60/m ²) f 232,94 - Algemene Kosten (20%) f 210,19 - Prijscorrectie (10%) f 105,09 - Subtotaal: f 1.366,21 - Contante waarde T=20: 0,463 $1,08^{-10}$ - Subtotaal: f 632,50 - Rijzen op T=20, incl. AK en prijs-correctie f 344,50 - <u>Totaal:</u> f 977,--	
Dus de GEB leidingen worden iedere 20 jaar vervangen en op T=100 jaar is de resterende boekwaarde nihil.	

Investeringsafweging 6: Gas (distributie => rijzen)	VG
=> diepte 0,7 meter, d=274mm => breedte geul= 1,67 meter. => levensduur= 50 jaar => op T=20, resterende levensduur 30 jaar.	
<u>Bij vervanging op T=20:</u>	
- Verwijderen/leggen	<i>f</i> 477,--
- Algemene Kosten (20%)	<i>f</i> 95,40
- Prijscorrectie (10%)	<i>f</i> <u>47,70</u>
- <u>Totaal:</u>	<i>f</i> 620,10
<u>Bij vervanging op T=40 en rijzen op T=20:</u>	
- Verwijderen/leggen op T=40 incl. AK en prijscorrectie	<i>f</i> 133,04
- Rijzen op T=20 incl. AK en prijscorrectie	<i>f</i> <u>220,84</u>
- <u>Totaal:</u>	<i>f</i> 353,89
<u>Bij vervanging op T=50 en rijzen op T=20, 40:</u>	
- Verwijderen/leggen	<i>f</i> 477,--
- Uitbreken en afvoeren bestrating	<i>f</i> 4,04
- Uitbreken en afvoeren repak	<i>f</i> 7,62
- Leveren bestrating, straten en trillen	<i>f</i> 113,61
- Toeslag >0,1 m diepte en trillen	<i>f</i> 45,36
- Retributieheffing (<i>f</i> 126,60/m ²)	<i>f</i> 211,42
- Algemene Kosten (20%)	<i>f</i> 171,81
- Prijscorrectie (10%)	<i>f</i> 85,91
- Subtotaal:	<i>f</i> 1.116,77
- Contante waarde T=20: 1,08 ⁻³⁰	0,0994

-	Subtotaal:	f 110,98	VG
-	Rijzen op T=20, incl. AK en prijscorrectie	f 220,84	
-	Rijzen op T=40, incl. AK en prijscorrectie f 517,02	f 47,38	
-	<u>Totaal:</u>		f 379,20
<p>Dus de gas leiding wordt vervangen op T=40, 80 en gerezen op T=20, 60 en op T=100 jaar is de resterende boekwaarde 1/2 X kosten op T=80 - kosten van rijzen.</p>			

BIJLAGE 5.3D: OVERZICHTSSCHEMA KOSTEN

GEMEENTE WERKEN (PERIODIEK)	LEIDING BEHEERDERS (PERIODIEK) VG
T=0 f 4.391.000,--	f 17.825.000,--
T=20 f 4.391.000,--	f 644.000,-- PTT afw. 3 f 230.000,-- DWL afw. 4 f 819.000,-- GEB afw. 5 f 221.000,-- GAS afw. 6 <u>f 1.657.000,--</u> SV zie aanname f 3.571.000,--
T=40 f 4.391.000,--	f 644.000,-- PTT afw. 3 f 230.000,-- DWL afw. 4 f 819.000,-- GEB afw. 5 f 620.000,-- GAS afw. 6 <u>f 1.657.000,--</u> SV zie aanname f 3.970.000,--
T=60 f 4.391.000,--	f 8.233.000,-- GEB afw. 2 f 644.000,-- PTT afw. 3 f 230.000,-- DWL afw. 4 f 819.000,-- GEB afw. 5 f 221.000,-- GAS afw. 6 <u>f 1.657.000,--</u> SV zie aanname f 11.794.000,--
T=80 f 4.391.000,--	f 644.000,-- PTT afw. 3 f 230.000,-- DWL afw. 4 f 819.000,-- GEB afw. 5 f 620.000,-- GAS afw. 6 <u>f 1.657.000,--</u> SV zie aanname f 3.970.000,--
T=100 Boekwaarde wegvernieuwing = 0	<u>Boekwaarde</u> 0 GAS HD 0 SV f 6.057.000,-- GEB (25kV) 0 PTT 0 DWL 0 GEB <u>f 89.000,--</u> GAS (274) f 6.146.000,--
T=30 0	f 9.085.000,-- GEB (25kV)
T=50 0	f 1.684.000,-- GAS HD
T=90 0	f 9.085.000,-- GEB (25kV)

GEMEENTE WERKEN	LEIDING BEHEERDERS VG
<u>Baten</u> (jaarlijks) Precarioheffing f 146.000,--	<u>Kosten</u> (jaarlijks) Precarioheffing f 146.000,--

BIJLAGE 5.3E: CONTANT MAKEN VAN DE KOSTEN EN NETTO CONTANTE WAARDEN

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	GEMEENTE WERKEN	VG
T=0 f 4.391.000,--		= f 4.391.000,--
T=20 f 4.391.000,-- $\times 1,08^{-20}$		= f 942.000,--
T=40 f 4.391.000,-- $\times 1,08^{-40}$		= f 202.000,--
T=60 f 4.391.000,-- $\times 1,08^{-60}$		= f 43.000,--
T=80 f 4.391.000,-- $\times 1,08^{-80}$		= f 9.000,--
T=100 f 0		= <u>0</u>
Totaal		= f 5.587.000,--

CONTANT MAKEN BATEN (jaarlijks)	GEMEENTE WERKEN	VG
$0,08 \times CW = f$ 146.000,-- $\times (1-1,08^{-100})$		= f 1.824.000,--

NETTO CONTANTE WAARDE	GEMEENTE WERKEN	VG
f 5.587.000,-- - f 1.824.000,--		= f 3.763.000,--

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	LEIDINGBEHEERDERS	VG
T=0 f 17.825.000,--	= f 17.825.000,--	
T=20 f 3.571.000,-- $\times 1,08^{-20}$	= f 766.000,--	
T=40 f 3.970.000,-- $\times 1,08^{-40}$	= f 183.000,--	
T=60 f 11.794.000,-- $\times 1,08^{-60}$	= f 116.000,--	
T=80 f 3.970.000,-- $\times 1,08^{-80}$	= f 8.000,--	
T=100 f 6.146.000,-- $\times 1,08^{-100}$	= f 3.000,--	
T=30 f 9.085.000,-- $\times 1,08^{-30}$	= f 903.000,--	
T=50 f 1.684.000,-- $\times 1,08^{-50}$	= f 36.000,--	
T=90 f 9.085.000,-- $\times 1,08^{-90}$	= f 9.000,--	
Totaal	= f 19.849.000,--	

CONTANT MAKEN KOSTEN (jaarlijks)	LEIDINGBEHEERDERS	VG
$0,08 \times CW = f$ 146.000,-- $\times (1 - 1,08^{-100})$	= f 1.824.000,--	

NETTO CONTANTE WAARDE	LEIDINGBEHEERDERS	VG
f 19.849.000,-- + f 1.824.000,--	= f 21.673.000,--	

BIJLAGE 5.4.A KOSTEN GEMEENTE WERKEN EN LEIDINGBEHEERDERS T=0

KOSTEN GEMEENTEWERKEN T=0		ILT
- Kosten van bouwen op traditionele wijze boring f 7.000,-- /m ¹	f 7.000.000,--	
- Toeslagpercentage onzekerheden: 25%	f 1.750.000,--	
- <u>Totaal</u>		f 8.750.000,--
- Algemene kosten 15%	f 1.312.500,--	
- <u>Totaal</u>		f 10.062.500,--
- Installaties	f 531.000,--	
- <u>Totaal</u>		f 10.593.500,--

KOSTEN LEIDINGBEHEERDERS T=0		ILT
Zie opbouw van de kosten bij huidige situatie; kosten voor het verwijderen en leggen van leidingen.		f 17.824.859

BIJLAGE 5.4.B JAARLIJKSE KOSTEN GEMEENTE WERKEN EN LEIDINGBEHEERDERS

JAARLIJKSE KOSTEN/BATEN GEMEENTE WERKEN		ILT
- Onderhoud aan de installaties {Bron 6}	f 5.800,--	
- Energiegebruik {Bron 6}	f 6.650,--	
- Inspectiekosten ILT	f 7.200,--	
- Kosten t.b.v. Beheer	f 16.369,--	
- <u>Totaal</u>		f 36.019,--
- Precario (baten) zie opbouw van de kosten bij huidige situatie	f 149.000,--	
- <u>Totaal (baten)</u>		f 112.981,--

JAARLIJKSE KOSTEN LEIDINGBEHEERDERS		ILT
- Precario heffing zie opbouw v.d. kosten bij huidige situatie	f 146.000,--	
- Inspectiekosten leidingen	f 7.200,--	
- <u>Totaal</u>		f 153.200,--

BIJLAGE 5.4.C KOSTEN IN DE 25-JAAR-CYCLUS VOOR GEMEENTE WERKEN

KOSTEN IN DE 25-JAARCYCLUS VOOR GEMEENTE WERKEN		ILT
- wegvernieuwing; zie opbouw van de kosten bij huidige situatie		f 4.391.000,--

BIJLAGE 5.4.D OVERZICHTSCHEMA KOSTEN

GEMEENTE WERKEN	LEIDING BEHEERDERS	ILT
- T=0 f 10.593.500,-- + f 4.391.000,--	f 17.824.859,--	
- T=25 f 4.391.000,--	0	
- T=50 f 4.391.000,--	0	
- T=75 f 4.391.000,--	0	
- T=100 Boekwaarde wegvernieuwing = 0 Boekwaarde ILT = 0	Boekwaarde leidingen = 0	

GEMEENTE WERKEN	LEIDING BEHEERDERS	ILT
<u>Baten</u> (jaarlijks)	<u>Kosten</u> (jaarlijks)	
(SCHEMA II) f 112.981,--	(SCHEMA II) f 153.200,--	

BIJLAGE 5.4.E CONTANT MAKEN VAN DE KOSTEN EN NETTO CONTANTE WAARDEN

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	GEMEENTE WERKEN	ILT
T=0	$f\ 14.985.000,--$	$= f\ 14.985.000,--$
T=25	$f\ 4.391.000,-- \times 1,08^{-25}$	$= f\ 641.000,--$
T=50	$f\ 4.391.000,-- \times 1,08^{-50}$	$= f\ 94.000,--$
T=75	$f\ 4.391.000,-- \times 1,08^{-75}$	$= f\ 14.000,--$
T=0	$f\ 0$	$= f\ 0$
Totaal		$= f\ 15.734.000,--$

CONTANT MAKEN BATEN (jaarlijks)	GEMEENTE WERKEN	ILT
	$0,08 \times CW = f\ 113.000,-- \times (1 - 1,08^{-100})$	$= f\ 1.412.000,--$

NETTO CONTANTE WAARDE	GEMEENTE WERKEN	ILT
$f\ 15.734.000,--$	$f\ 1.412.000,--$	$= f\ 14.322.000,--$

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	LEIDINGBEHEERDERS	ILT
T=0	$f\ 17.825.000,-- = f\ 17.825.000,--$	
T=25	$f\ 0 = f\ 0$	
T=50	$f\ 0 = f\ 0$	
T=75	$f\ 0 = f\ 0$	
T=100	$f\ 0 = f\ 0$	
Totaal	$f\ 17.825.000,--$	

CONTANT MAKEN KOSTEN (jaarlijks)	LEIDINGBEHEERDERS	ILT
$0,08 \times CW = f\ 153.200,-- \times (1 - 1,08^{-100}) = f\ 1.914.000,--$		

NETTO CONTANTE WAARDE	LEIDINGBEHEERDERS	ILT
$f\ 17.825.000,-- + f\ 1.914.000,-- = f\ 19.739.000,--$		

BIJLAGE 5.5A: WIJZIGING DISCONTOPERCENTAGE BIJ INVESTERINGS-AFWEGINGEN

	Oorspronkelijke berekening	Gevoeligheidsanalyse		Blijft de conclusie hetzelfde?
	Discontovoet 8%	Discontovoet 10%	Discontovoet 10%	
Kosten Gemeente Werken T=0 (totaal)	f 4.390.688,--	idem	idem	n.v.t.
Leidingbeheer jaarlijks	f 146.000,--	idem	idem	n.v.t.
Leidingbeheer T=0 (totaal)	f 17.824.859,--	idem	idem	n.v.t.
Investeringsafw. 1 - T=40 - T=50	f 1.038,70 f 780,05	idem f 940,38	idem f 649,28	Ja, bij beiden vervangen op T=50
Investeringsafw. 2 - T=20 - T=30	f 8.222,50 f 4.208,09	idem f 5.069,41	idem f 3.506,79	Ja, bij beiden vervangen op T=30
Investeringsafw. 3 - T=20 - T=30	f 643,50 f 807,50	idem f 917,57	idem f 717,88	Ja, bij beiden vervangen op T=20
Investeringsafw. 4 - T= 20 - T=100	f 761,37 f 293,95	idem f 338,40	idem f 270,60	Ja, bij beiden vervangen op T=100
Investeringsafw. 5 - T=20 - T=30	f 819,-- f 977,--	idem f 1.106,85	idem f 871,86	Ja, bij beiden vervangen op T=20
Investeringsafw. 6 - T=20 - T=40 - T=50	f 620,10 f 353,89 f 379,20	idem f 414,19 f 484,02	idem f 313,01 f 317,67	Ja, bij alle percentages wordt op T=40 vervangen

BIJLAGE 5.5B: CONTANT MAKEN VAN DE KOSTEN EN NETTO CONTANTE WAARDEN BIJ DISCONTO 6%

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	GEMEENTE WERKEN	VG
T=0 f 4.391.000,--		= f 4.391.000,--
T=20 f 4.391.000,-- $\times 1,06^{-20}$		= f 1.369.000,--
T=40 f 4.391.000,-- $\times 1,06^{-40}$		= f 427.000,--
T=60 f 4.391.000,-- $\times 1,06^{-60}$		= f 133.000,--
T=80 f 4.391.000,-- $\times 1,06^{-80}$		= f 42.000,--
T=100 f 0		= <u>0</u>
Totaal		= f 6.362.000,--

CONTANT MAKEN BATEN (jaarlijks)	GEMEENTE WERKEN	VG
$0,06 \times CW = f$ 146.000,-- $\times (1-1,06^{-100})$		= f 2.426.000,--

NETTO CONTANTE WAARDE	GEMEENTE WERKEN	VG
f 6.362.000,-- - f 2.426.000,--		= f 3.936.000,--

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	LEIDINGBEHEERDERS	VG
T=0 f 17.825.000,--		= f 17.825.000,--
T=20 f 3.571.000,-- $\times 1,06^{-20}$		= f 1.113.000,--
T=40 f 3.970.000,-- $\times 1,06^{-40}$		= f 386.000,--
T=60 f 11.794.000,-- $\times 1,06^{-60}$		= f 358.000,--
T=80 f 3.970.000,-- $\times 1,06^{-80}$		= f 38.000,--
T=100 f 6.146.000,-- $\times 1,06^{-100}$		= f 18.000,--
T=30 f 9.085.000,-- $\times 1,06^{-30}$		= f 1.582.000,--
T=50 f 1.684.000,-- $\times 1,06^{-50}$		= f 91.000,--
T=90 f 9.085.000,-- $\times 1,06^{-90}$		= f 48.000,--
Totaal		= f 21.459.000,--

CONTANT MAKEN KOSTEN (jaarlijks)	LEIDINGBEHEERDERS	VG
$0,06 \times CW = f$ 146.000,-- $\times (1 - 1,06^{-100})$		= f 2.426.000,--

NETTO CONTANTE WAARDE	LEIDINGBEHEERDERS	VG
f 21.459.000,-- + f 2.426.000,--		= f 23.885.000,--

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	GEMEENTE WERKEN	ILT
T=0 f 14.985.000,--		= f 14.985.000,--
T=25 f 4.391.000,-- X 1,06 ⁻²⁵		= f 1.023.000,--
T=50 f 4.391.000,-- X 1,06 ⁻⁵⁰		= f 238.000,--
T=75 f 4.391.000,-- X 1,06 ⁻⁷⁵		= f 56.000,--
T=100 f 0		= 0
Totaal		= f 16.302.000,--

CONTANT MAKEN BATEN (jaarlijks)	GEMEENTE WERKEN	ILT
0,06 X CW = f 113.000,-- X (1-1,06 ⁻¹⁰⁰)		= f 1.878.000,--

NETTO CONTANTE WAARDE	GEMEENTE WERKEN	ILT
f 16.302.000,-- - f 1.878.000,--		= f 14.424.000,--

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	LEIDINGBEHEERDERS	ILT
T=0 f 17.825.000,--	= f 17.825.000,--	
T=25 f 0	= f 0	
T=50 f 0	= f 0	
T=75 f 0	= f 0	
T=100 f 0	= f 0	
Totaal	= f 17.825.000,--	

CONTANT MAKEN KOSTEN (jaarlijks)	LEIDINGBEHEERDERS	ILT	ILT
$0,06 \times CW = f$ 153.200,-- $\times (1 - 1,06^{-100})$		= f 1.914.000,--	

NETTO CONTANTE WAARDE	LEIDINGBEHEERDERS	ILT
f 17.825.000,-- + f 2.546.000,--		= f 20.371.000,--

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	LEIDINGBEHEERDERS	VG
T=0 $f 17.825.000,--$		= $f 17.825.000,--$
T=20 $f 3.571.000,-- \times 1,1^{-20}$		= $f 531.000,--$
T=40 $f 3.970.000,-- \times 1,1^{-40}$		= $f 88.000,--$
T=60 $f 11.794.000,-- \times 1,1^{-60}$		= $f 39.000,--$
T=80 $f 3.970.000,-- \times 1,1^{-80}$		= $f 2.000,--$
T=100 $f 6.146.000,-- \times 1,1^{-100}$		= $f 0$
T=30 $f 9.085.000,-- \times 1,1^{-30}$		= $f 521.000,--$
T=50 $f 1.684.000,-- \times 1,1^{-50}$		= $f 14.000,--$
T=90 $f 9.085.000,-- \times 1,1^{-90}$		= $f 2.000,--$
Totaal		= $f 19.022.000,--$

CONTANT MAKEN KOSTEN (jaarlijks)	LEIDINGBEHEERDERS	VG
$0,1 \times CW = f 146.000,-- \times (1 - 1,1^{-100})$		= $f 1.460.000,--$

NETTO CONTANTE WAARDE	LEIDINGBEHEERDERS	VG
$f 19.022.000,-- + f 1.460.000,--$		= $f 20.482.000,--$

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	GEMEENTE WERKEN	ILT
T=0 f 14.985.000,--		= f 14.985.000,--
T=25 f 4.391.000,-- $\times 1,1^{-25}$		= f 405.000,--
T=50 f 4.391.000,-- $\times 1,1^{-50}$		= f 37.000,--
T=75 f 4.391.000,-- $\times 1,1^{-75}$		= f 3.000,--
T=0 f 0		= <u>0</u>
Totaal		= f 15.430.000,--

CONTANT MAKEN BATEN (jaarlijks)	GEMEENTE WERKEN	ILT
$0,1 \times CW = f$ 113.000,-- $\times (1 - 1,1^{-100})$		= f 1.130.000,--

NETTO CONTANTE WAARDE	GEMEENTE WERKEN	ILT
f 15.430.000,-- - f 1.130.000,--		= f 14.300.000,--

CONTANT MAKEN KOSTEN (periodiek)	LEIDINGBEHEERDERS	ILT
T=0 f 17.825.000,--	= f 17.825.000,--	
T=25 f 0	= f 0	
T=50 f 0	= f 0	
T=75 f 0	= f 0	
T=100 f 0	= f 0	
Totaal	= f 17.825.000,--	

CONTANT MAKEN KOSTEN (jaarlijks)	LEIDINGBEHEERDERS	ILT
$0,1 \times CW = f 153.200,-- \times (1 - 1,1^{-100})$	= f 1.532.000,--	

NETTO CONTANTE WAARDE	LEIDINGBEHEERDERS	ILT
$f 17.825.000,-- + f 1.532.000,--$	= f 19.357.000,--	

BIJLAGE 6.2: VERHOGING PRECARIO T.B.V. ILT REALISATIEFONDS

Het aantal kilometers leidingen in een stad van de categorie van Gemeente Rotterdam is:

- CAI	7.411 km
- PTT	1.050 km
- GEB(gas)	330 km
- DWL	1.800 km
- Elektriciteit	<u>1.750 km</u>
<u>Totaal:</u>	12.341 km

Precarioheffing:

- Transportleidingen	f 8,82 / m ¹ / jaar
- Kabels, gas, water ed.	f 0,72 / m ¹ / jaar

Hierbij wordt de volgende onderlinge verdeling aangenomen:

- 20% van de leidingen	à f 8,82 / m ¹ / jaar
- 80% van de leidingen	à f 0,72 / m ¹ / jaar

De gemiddelde berekende precarioheffing voor 1 meter leiding per jaar is:
 $0,2 \times f 8,82 + 0,8 \times f 0,72 = f 2,34 / m^1 / jaar$

De totale inkomsten van een Gemeente van de categorie van Rotterdam, zijn:
 $12.341 \times f 2,34 \times 1.000 = f 28.878.000,-$

De volgende aannamen hebben betrekking op de hoeveelheid (in kilometers) te realiseren ILT in een stad van de categorie van Gemeente Rotterdam:

- als voorbeeld wordt de ILT in het Brusselse genomen;
- d.w.z. een ILT met een totale lengte van ongeveer 3 km;
- in een stad als Rotterdam zijn 3 lokaties waar zulke ILT's gebouwd kunnen worden.

De totale benodigde investering in de ILT's is dan:
9 km à f 10 miljoen = f 90 miljoen

Wanneer men de precariobelasting laat stijgen met 13% (22%) levert dit over 15 (10) jaar voldoende op om 9 km ILT te realiseren. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de reeele rente 6% is (8% nominaal minus 2% inflatie).