



Gemeente Amsterdam
Afval Energie Bedrijf

Hogeschool
van Utrecht



Hoe komt de slak op zijn bestemming?

AVI reststoffentransport

Afstudeerders
Afstudeerbegeleider AEB
Afstudeerbegeleider HvU
Afstudeerbedrijf
Opleiding
Faculteit
Datum

Erik Drewes en Thijs Wagenaar
Ing. H.J. Wijmans
Drs. J. Verhagen
Afval Energie Bedrijf, Gemeente Amsterdam
Algemene Operationele Technologie
Faculteit Natuur en Techniek
24 mei 2005

Samenvatting

Aanleiding

In verband met de uitbreiding van de AVI-Amsterdam met de HR-AVI is de bestaande slakopwerkingsinstallatie(SOI) van het westen naar het oosten van de installatie verplaatst. Met deze verplaatsing van de SOI d.d. 18 oktober 2003 is een probleem ontstaan met het transport van slakken uit de slakkenbunker naar de SOI.

Dit is tot nu toe opgelost door het inhuren van vrachtwagens. Het nadeel hiervan is dat deze oplossing niet aan de milieueisen voldoet. Tevens zijn de operationele kosten relatief hoog.

Mogelijkheden

Bovenstaande is aanleiding tot een onderzoek naar een alternatief transport. De opdrachtomschrijving voor het onderzoek luidt als volgt:

"Het onderzoeken van de haalbaarheid van een alternatief transport van AVI-bodemassen (slakken) vanuit de slakkenbunker in het AVI-gebouw naar de slakopwerkingsinstallatie (SOI)."

Het door ons uitgevoerde onderzoek bestaat uit twee delen: een mogelijkhedenonderzoek en de uitwerking van het beste alternatief. In het eerste deel is een pakket van eisen opgesteld en zijn de verschillende transportmogelijkheden belicht. De technische haalbaarheid en de globale kosten staan centraal.

De onderzochte systemen zijn:

- Rechte transportbanden.
- Pipe conveyor (transportband die zichzelf dichtvouwt).
- Batchtransporten (AGV, kabelbaan, railtransport, bovenrailsysteem en pallettransport).
- Verpompen.

In het eerste deel zijn ook de mogelijke routes onderzocht.

In het tweede deel van het onderzoek is het beste alternatief verder uitgewerkt.

Resultaat

Van de onderzochte systemen vervallen verpompen (op technische haalbaarheid) en pipe conveyor (voldoet niet aan de randvoorwaarden). Voor batchtransport zijn diverse systemen uitgezocht en het blijkt dat pallettransport de beste optie is. Deze optie is technisch en economisch realiseerbaar. Hetzelfde geldt voor rechte transportbanden.

De hogere risico's (nieuwe techniek) op zowel operationeel als financieel gebied voor een pallettransportwegen niet op tegen de nadelen van rechte transportbanden. Daarom kan de volgende conclusie worden getrokken:

"Operationeel, financieel en bedrijfskundig gezien bieden rechte transportbanden via de noordelijke route het beste alternatief voor vrachtwagentransport"

Vergelijking van vrachtwagen- en bandtransport geeft als resultaat, dat bij ingebruikname van HR-AVI een kostenbesparing bij bandtransport van ruim 40% mogelijk is.



De totale kosten per jaar (kapitaalslasten en operationele kosten) zullen in het eerste jaar voor transportbanden en vrachtwagentransport **respectievelijk € 400.000,-** tegenover € 515.000,- zijn. Rekening houdend met afschrijving, rente en inflatie zal dit verschil jaarlijks oplopen.

Het slakcentransportsysteem wordt afgeschreven in 11 jaar zodat dit, evenals voor de huidige AVI geldt, in 2017 gerealiseerd is. De investering van **E 2.150.000,-** kan zo na 6,2 jaar terug verdiend zijn.

De terugverdientijd van rechte transportbanden kan nog gunstiger uitvallen, afhankelijk van de (lopende) subsidieaanvraag voor dit project. Hierbij moet worden meegenomen, dat de technische levensduur van de betonconstructie lang is (zeker 50 jaar). Er is uitgegaan van een geheel bovengronds systeem (+ 7 meter). Dit is vanuit financieel en risicoteknisch oogpunt alsook met het oog op het milieu de beste optie. Bij de investering is de post "constructie" veruit de grootste. De totale installatie zal na 2017, wanneer er geen afschrijving meer wordt betaald, nog steeds operationeel zijn. Het jaarlijkse voordeel van transportbanden t.o.v. vrachtwagentransport zal dan in 2017 oplopen naar € 487.000,- (€ 153.000,- tegen **E 640.000,-**).

Bij de keuze zal naast de investeringskosten subsidiemogelijkheden ook de lange termijnplanning moeten worden meegenomen, evenals esthetische en milieuaspecten (emissie).

*Geadviseerd wordt om, op korte termijn, een **transportbandensysteem** te realiseren als vervanging van vrachtwagentransport."*

Het transportsysteem dient zo snel mogelijk te worden gerealiseerd. Liefst vóór de inbedrijfstelling van de HR-AVI omdat op dat tijdstip er een kostensprong optreedt bij vrachtwagentransport.

Het aanstellen van een projectleider is een logische vervolgstap. Deze kan de basic engineering opstellen en de vermelde diensten in mededinging uitbesteden, voor zover dat nog niet gedaan is. Hierna, waarschijnlijk op korte termijn, kan dan worden overgegaan tot besluit van bouw.

Extra aanbevelingen

Bij het onderzoek is uitgegaan van een aantal criteria. Hierdoor zijn niet alle aspecten die invloed hebben op dit proces noodzakelijk gevonden voor dit onderzoek.

Wij hebben echter nog extra naar een aantal mogelijkheden om vrachtwagentransport verder te optimaliseren gekeken. **Ook** is er nog verbetering mogelijk op het gebied van bandreinigingssystemen. Aanbevolen wordt om deze zaken mee te nemen in het vervolg van dit project.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
Inhoudsopgave.....	4
Lijst van afkortingen en symbolen.....	5
1 Inleiding.....	6
2 Algemeen.....	7
2.1 Huidige situatie.....	7
2.2 Opdrachtoomschrijving.....	7
2.3 Randvoorwaarden.....	7
2.4 Technische gegevens	9
3 Transportsystemen.....	10
3.1 Vrachtwagentransport.....	10
3.2 Rechte transportbanden	12
3.3 Pipe conveyor	14
3.4 Batchtransport.....	16
3.5 Verpompen.....	18
4 Selectie	20
4.1 Totaal kostenoverzicht.....	20
4.2 Systeemvergelijking	21
4.3 Keuze	22
5 Uitwerking transportbanden.....	23
5.1 Uitvoer slakkenbunker	23
5.2 Noodstort slakken	24
5.3 Invoer SOI	24
5.4 Reiniging en milieu.....	24
5.5 Besturing	25
5.6 Kostenoverzicht.....	26
5.7 Kostenvergelijking.....	29
6 Conclusie.....	31
7 Extra aanbevelingen.....	32
Bronvermelding.....	33
Bijlagen	34



Lijst van afkortingen en symbolen

Afkorting	Omschrijving
ACTS	Afzet Container Transport Service
AGV	Automatisch geleid voertuig
AEB	Afval Energie Bedrijf
AVI	Afvalverbrandingsinstallatie
AVI-bodemassen	Slakken: onverbrande delen uit de verbrandingsketel
DGA	Depot gevaarlijk afval
HR-AVI	Hoogrendement afvalverbrandingsinstallatie
Maaiveld	Hoogte begane grond (+ 1,40 NAP)
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NS	Nederlandse Spoorwegen
Shift	Werkperiode van 8 uur
SOI	Slakopwerkingsinstallatie
Stoorstoffen	Alle stoffen in de slakken > 250 mm
%	procent
°C	graden celsius
h	uur
kg	kilogram
m ³	kubieke meter
Mg	megagram (of een ton), 10 ⁶ kg
min	minuten
mm	millimeter
m/s	meter per seconde
pH	zuurgraad



1 Inleiding

In verband met de uitbreiding van de AVI-Amsterdam met de HR-AVI is de bestaande slakopwerkingsinstallatie(SOI) verplaatst van het westen naar het oosten van de installatie. De SOI stond recht achter de slakkenbunker en was direct verbonden met een rechte transportband. Met de, inmiddels permanente, verplaatsing van de SOI d.d. 18 oktober 2003 is er een probleem ontstaan met het transport uit de slakkenbunker naar SOI van slakken. Dit is tot nu toe opgelost door het inhuren van vrachtwagens. Nadeel hiervan is dat deze oplossing niet aan de milieueisen voldoet. Bovendien zijn de operationele kosten relatief hoog en daarmee lijkt er een optimalisatieslagte maken.

Bovengenoemde situatie is aanleiding om onderzoek uit te voeren. Het onderzoek betreft de haalbaarheid van een alternatief transport van AVI-bodemassen (slakken) vanuit de slakkenbunker in het AVI-gebouw naar de SOI.

Als afstudeerders van de Hogeschool van Utrecht hebben wij dit onderzoek uitgevoerd. Aanvullend hebben wij een **eerste** opzet voor de basic engineering van het **slakken**-transport gemaakt. Deze opzet bestaat uit een verslag "studie slakcentransport" en een conceptbestek.

Het onderzoek heeft betrekking gehad op alle facetten waar de nieuwe installatie mee te maken zal hebben. Zo is het ontwerp getoetst op functionaliteits-, onderhouds-, betrouwbaarheids-, ~~architectonische~~ en milieueisen.

In de periode van februari tot juni 2005 zijn wij bezig geweest met deze opdracht. In deze periode hebben wij het onderzoek in twee delen verdeeld:

1. Mogelijkhedenstudie. Tijdens deze mogelijkhedenstudie hebben we eerst alle wensen van betrokken partijen geïnterviewd en daarmee een pakket van eisen opgesteld. Aan de hand hiervan is "op de markt" naar transportmogelijkheden gekeken, waarna een selectie is gemaakt.
2. Uitwerking van het beste voorkeursalternatief.

Beide delen hebben wij **afzonderlijk** gepresenteerd bij het AEB.

In dit document zijn de delen samengevoegd. Het geeft weer wat wij hebben onderzocht, en welke conclusies wij hebben getrokken.

Tot hoofdstuk 5 staat de mogelijkhedenstudie beschreven, in de volgende hoofdstukken volgt de uitwerking van het beste voorkeursalternatief.

2 Algemeen

2.1 Huidige situatie

Voor het slakcentransport van 150 ton/h, de nominale doorvoer van de SOI, wordt een vrachtwagen ingehuurd. Deze vrachtwagen rijdt op werkdagen (één shift) van de oost-toegang van de slakkenbunker naar de SOI. De vrachtwagen wordt geladen door een poliepkraan en lost op de vloer bij de SOI. Een shovel voert de slakken weer in via de trechter bij de SOI.

Doordat het transport is uitbesteed, wordt bij storting van de vrachtwagen voor vervanging gezorgd. Dit geldt ook voor de shovel. Wanneer de slakkenkraan langdurige storting heeft, wordt dit opgevangen door met een mobiele graafmachine de slakkenbunker in te rijden. Het huidige transport voldoet niet aan de milieueisen. Er is teveel vervuiling door aanplak van slakken aan de wielen en de zijanten. Daarnaast zijn de operationele kosten hoog.

2.2 Opdrachtomschrijving

Het huidige transport vindt plaats met transportwagens, die speciaal voor dit doel worden ingehuurd. De kosten en de milieuaspecten van dit transport maken dat alternatieven onderzocht moeten worden. De opdrachtomschrijving luidt: "Het onderzoeken van de haalbaarheid van een alternatief transport van AVI-bodemassen (slakken) vanuit de slakkenbunker in het AVI-gebouw naar de SOI."

Onze geformuleerde afstudeeropdracht omvat:

- Haalbaarheidsonderzoek alternatieven.
- Opstellen Pakket van Eisen alternatieven.
- Opstellen Plan van Aanpak voorkeursalternatief.
- Opstellen Projectplanning voorkeursalternatief.
- Opstellen Budgetbegroting voorkeursalternatief.

2.3 Randvoorwaarden

2.3.1 Tracé

Uitvoer slakkenbunker

De slakkenbunker ligt onder het maaiveld en heeft een tweetal toegangen. Eén toegang bevindt zich aan de oostzijde van het AVI-gebouw, de andere toegang bevindt zich aan de westzijde tussen de bestaande AVI en de HR-AVI. Voor het slakcentransport geldt, dat de slakkenuitvoer vanuit de slakkenbunker aan de oostkant plaats vindt.

Bij het plaatsen van het aanvoersysteem in het gebied van de oost-toegang van de slakkenbunker moet rekening worden gehouden met een aantal beperkingen:

1. Voor het verwisselen van de slakkenkraan is de breedte van de aanwezige poort nodig; deze kan niet worden beperkt.
2. Het verwisselpunt van de polieprijper van de **bunkerkransen** zit recht boven de slakkenbunker-inrit. Voor de grijperverwisseling is deze ruimte geheel nodig.
3. Er moet een toegangsmogelijkheid voor een graafmachine en een shovel in de slakkenbunker blijven.
4. Vrachtwagentransport moet mogelijk blijven vanuit de oostzijde van de **slakkenbunker**.



Afkeur slakken

De kwaliteit van de slakken is niet constant. Bij slechte verbranding (hier zijn veel oorzaken voor) neemt de kwaliteit van de slakken af. Deze kwaliteitvermindering kan tot gevolg hebben dat het wenselijk is om de slakken opnieuw te verbranden.

Traject

Met de huidige invulling van het terrein, blijven er voor het slakkentransport een aantal opties voor de route over. Deze zijn aangegeven in tekeningen "plattegrond AEB met mogelijke tracés" en "mogelijkheden uitvoer slakkenbunker".

1. De noordelijke route op hoogte: langs de oostgevel van de AVI en het langs het DGA naar het noorden, waarna af te buigen naar de SOI. De hoogte is + 7,0 meter zodat er een doorrijhoogte van 5,0 meter is.
2. De noordelijke route gedeeltelijk ondergronds: via een inlegtunnel waarbij het deksel op het maaiveld ligt en verkeer over deze tunnel mogelijk is. De route loopt langs de oostgevel van de AVI en langs de zuidgevel van het DGA naar het noorden, waarna een bocht moet worden gemaakt naar het SOI. Bij deze oplossing komt de tunnel boven de koelwater(retour)leidingen te liggen.
3. De diagonale route ondergronds: vanuit de slakkenbunker wordt diepte gemaakt, om onder de koelwater(retour)leidingen door te gaan, richting de SOI.
4. De diagonale route bovengronds: vanuit de slakkenbunker wordt hoogte gemaakt en dan diagonaal over de tussen gelegen obstakels heen naar de SOI.

Invoer SOI

Het invoeren van slakken in de SOI moet direct mogelijk zijn met het transportsysteem. Dit bespaart namelijk een shovel. Wel moet de huidige invoermogelijkheid behouden blijven voor eventuele uitval van het transportsysteem.

2.3.2 Milieu

Met het huidige vrachtwagentransport zijn verschillende overtredingen geweest op de milieuregelgeving. Omdat de vrachtwagens de slakkenbunker in rijden, blijven er deeltjes in het bandprofiel zitten. Deze deeltjes komen op de weg terecht en verdwijnen in het riool. Het riool wordt geloosd op de haven, waarbij al enkele malen de koper- en molybdeenemissies (stoffen uit de slakken) zijn overschreden.

Daarnaast is er door het huidige transport stofoverlast, dit geeft extra reinigingskosten en is ook esthetisch ongewenst.

Met het oog op de scherper wordende milieueisen en de doelstelling van het AEB ("de beste in milieuprestatie in Europa zijn") moeten deze problemen worden opgelost.

2.3.3 Operationele kosten

De huidige transportoplossing heeft hoge operationele kosten in vergelijking met de haalbaarheidsstudie (Rapport slakkenband, 2003). Zeker met de ingebruikname van de uitbreiding met twee verbrandingslijnen waarbij de slakproductie 65% omhoog gaat, ontstaat een kostensprong. Een belangrijke randvoorwaarde voor een nieuw systeem is het omhoog brengen van de operationele kosten.



2.4 Technische gegevens

In onderstaande tabel staan kengetallen die betrekking hebben op ons onderzoek. Dit zijn de gegevens waarmee is gerekend.

Omschrijving	Hoeveelheid	Eenheid
Hoeveelheid slak tot september 2006	200.000	Mg/jaar
Hoeveelheid slak vanaf september 2006	332.500	Mg/jaar
Stortgewichtslak	1,2	Mg/m ³
Maximale overlaadcapaciteit slakkenkraan; huidig, zonder 'wachtijd	300	Mg/h
Maximale overlaadcapaciteitslakkenkraan; inclusief de HR-AVI	170	Mg/h
Type gripper	Poliepgripper	
Inhoud gripper	6,3	m ³
Temperatuur slakken in bunker	60 – 70	°C
Aandeel schroot	10	%
Zuurgraad	11 – 12	pH
Aandeel stoorstoffen (> 250mm)	5 – 10 0,5	Mg/shift %
Opwerkingscapaciteit SOI; nominaal	150	Mg/h
Ontwerpcapaciteit transportsysteem	250	Mg/h
Bedrijfsdagen per jaar	250	Dagen

Tabel 2.1: technische gegevens



3 Transportsystemen

3.1 Vrachtwagentransport

3.1.1 Omschrijving

Momenteel vindt het slakkentransport plaats met vrachtwagens. Dit wordt gedaan sinds het verplaatsen van de SOI. De vrachtwagens worden ingehuurd en zorgen voor een gemiddelde aanvoer van 150 Mg/h naar de SOI, de nominale doorvoercapaciteit. De meest effectieve route voor vrachtwagentransport is de noordelijke route, welke nu al wordt gebruikt.

3.1.2 Technische aspecten

Voor het laden, lossen en transporteren van de slakken blijkt het volgende tijdschema.

Omschrijving	Tijd	Eenheid
Belading, 3 grijpervullingen	5	minuten
Heenrit met 15 km/h	3	minuten
Storten in de trechter	1,5	minuten
Terugrit met 15 km/h	3	minuten
Onvoorziene omstandigheden 1 pauzes	2,5	minuten
Totaal	15	minuten

Tabel 3.1: transportcyclus

In de huidige situatie, waarbij met één shift in een 5-daagse werkweek wordt gewerkt moet er 800 Mg per dag worden verplaatst. Voor een vrachtwagen, met een nuttige lading van 25 Mg, betekent dit dat er 32 ritten of 8 uur gemaakt moeten worden om de totale slakkenproductie te kunnen verwerken.

In de verwachte situatie (met uitbreiding van de HR-AVI) zal er 1300 Mg/dag moeten worden verplaatst. Dit komt overeen met 52 ritten of 13 uur; dit zou betekenen dat er twee vrachtwagens ingehuurd moeten worden.

3.1.3 Kostenoverzicht

De kosten voor het transport in 2004 zijn opgenomen in de onderstaande tabel.

Omschrijving	Kosten 2004	Eenheid
Kosten vrachtwagen (2x a € 60/h)	254.400	€/jaar
Kosten shovel	127.100	€/jaar
Reiniging wegdek	30.000	€/jaar
Wielwasinstallatie	1.200	€/jaar
Totale kosten (2 vrachtwagens)	412.700	€/jaar

Tabel 3.2: kostenspecificatie vrachtwagentransport 2004



In 2005 verzorgt een andere transporteur het slakkenvervoer. Deze rijdt met één grote vrachtwagen in plaats van met twee kleinere. Hierdoor veranderen de kosten. Deze zijn voor 2005 berekend aan de hand van de eerste facturen van 2005.

Omschrijving	Kosten 2005	Eenheid
Kosten vrachtwagen (1x a € 65/h)	148.200	€/jaar
Kosten shovel	127.100	€/jaar
Reiniging wegdek	30.000	€/jaar
Wielwasinstallatie	1.200	€/jaar
Totale kosten (1 vrachtwagen)	306.500	€/jaar

Tabel 3.3: verwachte kostenspecificatie vrachtwagentransport 2005

De slakkenkraan heeft een capaciteit van $6,3 \text{ m}^3$. Hierdoor zijn vrachtwagens met een capaciteit van $17,5$ of 25 m^3 mogelijk voor dit transport. Deze grote marge is nodig om te kunnen garanderen dat er zo min mogelijk uit de vrachtwagen valt. Wanneer de lijnen van de HR-AVI operationeel worden zal het slakkenaanbod met 65% toenemen. Om dit goed te kunnen verwerken zou er nog een extra vrachtwagen van 25 m^3 nodig zijn. Te verwachten is dat de kosten enigszins zullen dalen door scherpere contracten, maar weer stijgen door een avondshift.

Omschrijving	Kosten 2006	Eenheid
Kosten 1 vrachtwagen 2005	306.500	€/jaar
Verwachte kosten 2006	600.000	€/jaar

Tabel 3.4: verwachte kostenspecificatie vrachtwagentransport 2006

3.1.4 Voor- en nadelen

Voordelen

- Hoge betrouwbaarheid: met vrachtwagentransport is de hoge betrouwbaarheid te realiseren. Bij eventuele uitval is vervanging snel te regelen.
- Hoge flexibiliteit: een extra vrachtwagen is simpel te regelen.
- Geen extra voorscheiding nodig: er hoeven geen stoffen te worden afgezeefd, zoals wel het geval is bij transportbanden.

Nadelen

- Terreinvervuiling: doordat de vrachtwagen fysiek in de bunker komt is er veel terreinvervuiling, vooral door vuil tussen het bandprofiel en slecht afgesloten wagens, dit komt in de riolering terecht.
- Verhoogde kans op ongelukken: veel transportbewegingen over de weg levert een verhoogde kans op ongelukken op.
- Emissie dieselmotor: door de dieselmotoren vinden er ongewenste emissies plaats.
- e Hoge operationele kosten: de operationele kosten zijn hoog.

Met enkele kleine investeringen kan het huidige vrachtwagentransport nog verder worden geoptimaliseerd. Dit wordt verder uitgewerkt in hoofdstuk 7.

3.2 Rechte transportbanden

3.2.1 Omschrijving

Dit systeem zal bestaan uit drie transportbanden die de slakken via de noordelijke route vanuit de bunker naar de SOI verplaatsen, zodat er twee bochten te nemen zijn. Het systeem voor verwerking van afgekeurde slakken is in de mogelijkhedenstudie niet volledig uitgewerkt; in het vervolgonderzoek (vanaf hoofdstuk 5) is dit wel meegenomen.

3.2.2 Technische aspecten

De bochten zijn gevoelig voor storingen doordat slakken verschillende grote lengtes en breedtes hebben (opening ontslakkers: 1 bij 2 meter). Hierdoor is het noodzakelijk om voor het transport een voorscheiding te plaatsen om stoorstoffen (delen > 250 mm, zoals grof schroot, fietsframes en motorblokken) te scheiden van de rest. Wanneer dit niet gebeurt kunnen sommige slakken de bochten niet maken, wat voor opstoppen kan zorgen. De voorscheiding wordt gerealiseerd met een vingerzeef (zoals nu al gebruikt bij de SOI). In de slakkenbunker wordt onder de zeef een container geplaatst. Deze moet na 2 shifts worden afgevoerd naar de SOI. Vanuit de kraancabine vindt visuele controle plaats zodat de nodige acties afhankelijk van de vuilingsgraad op tijd worden gestart.

Met de noordelijke route zal het systeem bestaan uit drie rubberbanden van een hoge kwaliteit (Cut Protected) met een breedte van 1.400 mm. Deze breedte is nodig om grote voorwerpen (die door de vingerzeef komen) de bochten te laten maken. In de praktijk blijkt een dergelijke band goed te werken.

In de bochten zijn verschillende systemen mogelijk om de slakken door de bocht te dwingen. Hier valt te denken aan schudgoten, echter een normale storttrechter werkt waarschijnlijk ook afdoende.

De hellingshoek (van de opvoerband) zal maximaal 20° zijn. Er is dan er geen profiel op de band nodig, wat gunstig is vanuit slijtage oogpunt. Alle banden zullen een hoge trog-hoek hebben, 30° is gebruikelijk. Hoger is mogelijk maar dit gaat meestal ten koste van de duurzaamheid van de transportband. De band zal een snelheid hebben van ongeveer 1 m/s om stofvorming te voorkomen. Daarnaast moet aan minstens één zijde een bordes (800 mm) komen in verband met onderhoud en storingen.

3.2.3 Kostenoverzicht

De kosten zijn vastgesteld aan de hand van offertes van diverse leveranciers (investeringkosten), praktijkgegevens en eigen berekeningen.

Omschrijving	Aantal	Eenheid
Transportsysteem	1.960.000	€
Schudgoot	40.000	E
Bouwkundige aanpassingen	4.500	E
Funderingskosten	144.000	€
Totale investeringskosten	2.149.000	6
Energiekosten (2.500 h/jaar)	3.900	€/jaar
Onderhoud	75.100	€/jaar
Storing	29.700	€/jaar
Totale operationele kosten	108.700	€/jaar

Tabel 4.5: verwachte kostenspecificatie rechte transportband



Toelichting kostenopbouw

Het transportsysteem bestaat uit een drietal transportbanden, inclusief omkapping, ondersteuning, besturing en montage.

De bouwkundige aanpassingen vinden plaats bij de slakkenbunker. Om de uitvoer van een transportband en vrachtwagentransport mogelijk te maken, moet de toegang **slakkenbunker** worden uitgebreid.

Het energieverbruik is berekend aan de hand van de door de leveranciers opgegeven motorspecificaties. Onderhoudskosten zijn gebaseerd op ervaring binnen het AEB en van leveranciers.

Rekeninghoudend met de betrouwbaarheid zijn ook kosten voor storing opgenomen.

Hierbij worden kosten voor inhuur van een vrachtwagen en arbeidskosten meegenomen.

3.2.4 Voor- en nadelen

Voordelen

- **Conventionele techniek:** transportbandsystemen is een conventionele techniek, het wordt veel toegepast. Er is veel operationele kennis beschikbaar en de systemen zijn tegen een goede prijs verkrijgbaar (veel concurrentie).
- **Hoge betrouwbaarheid:** transportbanden hebben een hoge betrouwbaarheid.
- **Weinig onderhoud:** transportbanden hebben relatief weinig onderhoud nodig. Dit onderhoud is goed te plannen, slijtage van onderdelen is zichtbaar of hoorbaar (voor een ervaren medewerker).
- **Bekende techniek:** kennis over transportbandsystemen en ervaring deze zijn binnen het AEB in ruime mate beschikbaar. Er is geen extra opleiding voor medewerkers nodig.

Nadelen

- **Voorscheiding nodig:** er is een voorscheiding (van stoorstoffen) nodig. Er zal een extra vingerzeef worden geplaatst in de slakkenbunker. De huidige vingerzeef in de **SOI** blijft bestaan om vrachtwagentransport (bij storing en groot onderhoud) mogelijk te houden.
- **Schoonmaak:** door de vochtigheid van **de** slakken (vochtgehalte **van** $\pm 18\%$) blijven deze op de hoekpunten aancoeken, waardoor de kans op verstoppingen toeneemt. Tijdens onderhoud van de **SOI** moeten de hoekpunten van het **transportsysteem** ook worden schoongemaakt.
- **Vervuiling:** slakken die aan de band blijven plakken laten op de terugweg los.
- **Kans op scheuren van de band:** het kan voorkomen dat er stukken metaal of glas vast komen te zitten in het systeem, waardoor de band kan scheuren. De hoge kwaliteit van het gekozen **bandtype** (met ingelegde staaldraden) kan dit niet 100% voorkomen, maar dit risico wel beperken.

Architectuur: het gehele AEB is gebouwd onder architectuur, dat houdt in dat er strenge (**architectonische**) eisen (rechte hoeken) worden gesteld aan het **transportsysteem**. Transportbanden (ook rechte hoeken vereist) zijn eenvoudig met de bestaande architectuur te integreren. Er komt wel een "buis" langs de bestaande gebouwen, maar dit kan in de huisstijl. Ten opzichte van vrachtwagentransport is architectuur een nadeel, maar ten opzichte van de andere systemen is dit bij transportbanden een voordeel.

3.3 Pipe conveyor

3.3.1 Omschrijving

Pipe conveyor is een systeem waarbij een transportband wordt dichtgevouwen. Bij de overstortpunten is het gewoon een standaard transportband, maar tijdens het transport wordt de band gesloten. Hierdoor wordt emissie van en naar de omgeving minimaal (het hele traject tussen begin en eindpunt is de band gesloten).

Met een pipe conveyor is het mogelijk om bewegingen in alle vrijheidsgraden te maken. Zowel horizontale als verticale bochten zijn dus mogelijk. Hierbij is de radius van deze bochten de beperkende factor. Door deze bewegingsvrijheid zijn extra overstortpunten tussen begin- en eindpunt niet nodig.

3.3.2 Technische aspecten

Om een pipe conveyor te kunnen toepassen is voorscheiding vereist. Bij een diameter van 500 mm is de maximale korrelgrootte 200. In principe zijn lange smalle voorwerpen niet echt een probleem voor een pipe conveyor, omdat er geen scherpe bochten in de route zitten.

Door de voorscheiding zijn er geen problemen te verwachten bij het maken van bochten. De ronde vorm van de band kan bij een te scherpe bocht echter dichtklappen, verder te vert een te scherpe bocht ook veel slijtage. De radius van een bocht is afhankelijk van de diameter van de pipe conveyor. Bij een diameter van 500 mm is een minimale radius van 400 meter vereist voor een hoek van 90°. Door deze bocht wordt wel minimaal één overstortpunt uitgespaard. Dit betekent dus dat alleen de diagonale route mogelijk is.

Bij dit systeem is een gelijkmatige belading van de transporteur zeer belangrijk voor de bedrijfszekerheid en de onderhoudsaspecten. Er moet dus een goed doseersysteem komen om deze optie mogelijk te maken, waarbij rekening gehouden moet worden met het gegeven dat de maximale vullingsgraad $\frac{2}{3}$ (van de hoogte) mag zijn.

Gebruikmakend van een voorscheiding kan het systeem worden gedimensioneerd op basis van de vereiste transportcapaciteit van 250 Mg/h. Uitgaande van een vullingsgraad van 60% (maximale is 70%) kan een band met een diameter van 500, rond de 500 Mg/h aan. Deze band kan de vereiste hoeveelheid daarmee gemakkelijk verwerken.

3.3.3 Kostenoverzicht

De kosten voor een pipe conveyor zijn berekend aan de hand van een budgetprijs opgegeven door leverancier Metso Minerals en eigen berekeningen.

Omschrijving	Aantal	Eenheid
Pipe conveyor	1.900.000	€
Opvoerband en schudgoot	90.000	€
Bouwkundige aanpassingen	4.500	€
Funderingskosten	108.000	€
Totale investeringskosten	2.103.000	€
Energiekosten (2.500 h/jaar)	6.900	€/jaar
Onderhoud	72.800	€/jaar
Storing	59.300	€/jaar
Totale operationele kosten	139.100	€/jaar

Tabel 3.6: verwachte kostenspecificatie pipe conveyor



Toelichting kostenopbouw

Er zijn systemen van twee leveranciers onderzocht. Het onderzochte systeem van **Sicon** is echter geschikt voor korrelgroottes tot maximaal 100 mm. Daarom is de offerte van leverancier **Metso Minerals** als uitgangspunt genomen.

Het transportsysteem bestaat uit één pipe conveyor en een opvoerband vanuit de slakkenbunker, inclusief ondersteuning, besturing en montage.

De bouwkundige aanpassingen vinden plaats bij de slakkenbunker. Om de uitvoer van een transportband en vrachtwagentransport mogelijk te maken, moet de toegang van de slakkenbunker worden uitgebreid.

Het energieverbruik is berekend aan de hand van de opgegeven motorspecificaties. Onderhoudskosten zijn gebaseerd op ervaring binnen het AEB en van leveranciers.

Rekeninghoudend met de wat lagere betrouwbaarheid bij rechte transportbanden zijn ook kosten voor storing opgenomen. Hierbij worden kosten voor inhuur van een vrachtwagen en arbeidskosten meegenomen.

3.3.4 Voor- en nadelen

Voordelen

- Geen emissie naar omgeving: een pipe conveyor is ook op de terugweg (retour) gesloten, er is dus **geen** emissie naar de omgeving.
- Bewegingsvrijheid: het is mogelijk om bochten in alle vrijheidsgraden te maken, hiervoor zijn **geen** extra overstortpunten nodig.

Nadelen

- Hoge kwaliteit voorscheiding: de maximale korrelgrootte is 200 mm bij toepassing van een **banddiameter** van 500 (en 250 mm bij een 600 mm band).
- Kans op scheuren van de band: het kan voorkomen dat er stukken metaal of glas vast komen te zitten in het systeem, waardoor de band kan scheuren.
- Hoogwaardig doseersysteem: er is een gelijkmatige belading vereist bij een pipe conveyor, daarom is een kwalitatief hoogwaardig doseersysteem nodig, inclusief nauwkeurige controle apparatuur. Gezien de wisselende samenstelling van de slakken is dit een lastig punt.
- Radius: het grootste nadeel van een pipe conveyor is de beperkte radius, zodat alleen de diagonale route ondergronds mogelijk is. Complicaties met ondergronds transport zijn dat er geen mogelijkheden zijn bij eventuele storingen om er met groot materieel bij te komen (shovel of vergelijkbaar). Bij een bandbreuk zou dit betekenen dat er mogelijk 11,25 ton (uitgaande van 150 ton/h en een bandsnelheid van **1 m/s**) in de tunnel vast komt te zitten. Ook is er sprake van "een besloten ruimte"; luchttoevoer en -afvoer zijn onder andere punten van aandacht. Het risico op problemen is weliswaar laag, de gevolgen zijn echter groot.

De diagonale ondergrondse route valt om bedrijfskundige redenen af als mogelijkheid. Daarnaast zijn de investeringskosten ook een reden om deze route af te keuren.

Wat betreft de operationele kosten spreken de verschillende bronnen elkaar tegen, waarschijnlijk zullen deze kosten iets hoger zijn dan de onderhoudskosten voor conventionele transportbanden. Dit blijkt ook uit onze eigen berekeningen. Met een dagelijkse **controle**-ronde zijn eventuele problemen tijdig op te sporen (slijtage van de rollen enzovoorts zijn hoorbaar). Ten opzichte van batchtransport zijn de onderhoudskosten dus laag.

3.4 Batchtransport

3.4.1 Omschrijving

Zoals de naam al zegt, worden de slakken verdeeld in ladingen. Er zijn verschillende mogelijkheden qua transport, maar het principe komt bij alle systemen op hetzelfde neer: het laden van transportbakken met slakken die over rails of over de weg rijden en het lossen bij de SOI. Hierbij zijn verschillende lospunten mogelijk.

Voordeel is dat een systeem eenvoudig te veranderen is bij eventuele nieuwe productielijnen of aanpassingen bij de SOI. Voorscheiding is daarnaast niet nodig aangezien de bakken met alles beladen kunnen worden. De onderzochte batchsystemen zijn:

- Automatisch geleid voertuig (AGV, ladingen ≤ 25 ton).
- Kabelbaansysteem (ladingen ≤ 5 ton).
- Railtransport (ladingen ≤ 25 ton).
- **Bovenrailsysteem** (ladingen ≤ 5 ton).
- Pallettransport (ladingen ≤ 2 ton).

Transport met AGV's is (**kosten**) technisch niet haalbaar gebleken (mede door de grote hoeveelheid regeltechniek om de veiligheid op de wegkruising te garanderen).

Voor een kabelbaansysteem is veel ruimte nodig bij begin- en eindpunt. Bij de slakkenbunker is deze ruimte niet aanwezig. Ook deze optie valt daarmee af.

Railtransport (formaat NS) is alleen haalbaar als het hele systeem op maaiveldniveau wordt aangelegd (anders moet de fundering zeer zwaar worden voor de grootte van de massa). Verder kan de 90° bij het DGA niet worden gemaakt binnen de beschikbare ruimte.

Het bovenrailsysteem (achtbaan) met kleine ladingen is technisch mogelijk, echter de (enige Nederlandse) leverancier ziet voor onze situatie geen concurrerende mogelijkheid. Blijft alleen het pallettransport nog over. Hierbij worden pallets **over** een rail getrokken door lieren. Op deze pallets worden bakken van ongeveer één m^3 gemonteerd. De leverancier van het pallettransportsysteem ziet goede mogelijkheden om dit te realiseren. De bakken zullen door het AEB zelf worden ingekocht en gemonteerd.

Pallettransport is de meest kansrijke optie van de onderzochte batchtransportsystemen; daarom zal dit systeem verder worden uitgewerkt.

3.4.2 Technische aspecten

Bij transport over een rail is de **maximale** hellingshoek (stijgen of dalen) een beperkende factor. Voor kleine bakken (tot $5 m^3$) is een hellingshoek van 5° mogelijk. Door de beperkte ruimte rond de slakkenbunker moet er ofwel op hoogte (over de weg heen) ofwel op diepte (onder de weg door) worden gewerkt. Dit geldt voor het traject vanaf de slakkenbunker tot voorbij de wegkruising.

Bij de keuze voor kleine bakken is er een "dubbelspoor" nodig om aan de capaciteit te voldoen.

3.4.3 Kostenoverzicht

De kosten zijn berekend aan de hand van eigen gegevens en een offerte van VanDer-Lande voor een palletsysteem.

Omschrijving	Aantal	Eenheid
Batchtransportbakken	68.300	€
Pallettransportsysteem	2.250.000	€
Tunnel onder wegkruising	250.000	€
Omkapping systeem	75.000	€
Opvoerband (zwenkband) en schudgoot	100.000	€
Funderingskosten	72.000	€
Investeringskosten	2.693.000	€
Energiekosten (2.500 h/jaar)	5.100	€
Onderhoud	185.000	€/jaar
Storing	30.500	€/jaar
Operationele kosten	220.600	€/jaar

Tabel 3.7: verwachte kostenspecificatiebatchtransport

Toelichting kostenopbouw

Het transportsysteem bestaat uit de transportbakken, een palletsysteem en een opvoerband vanuit de slakkenbunker, inclusief ondersteuning, besturing en montage. Het energieverbruik is berekend aan de hand van de opgegeven motorspecificaties. Onderhoudskosten zijn gebaseerd op eigen inschattingen en inschattingen van leveranciers. Rekeninghoudend met de betrouwbaarheid (laag omdat het om een nieuwe techniek gaat) zijn ook kosten voor storing opgenomen. Hierbij worden kosten voor inhuur van een vrachtwagen en arbeidskosten meegenomen.

3.4.4 Voor- en nadelen

Voordelen

- Onderhoud: onderhoud aan de transportwagentjes is goed mogelijk. De wagens kunnen uit het systeem worden gehaald en worden omgewisseld voor andere.
- Geen voorscheiding nodig: besparing op operationele- en investeringskosten.
- Schoonmaak: de wagentjes zijn eenvoudig schoon te maken zodat emissie beperkt blijft. De operationele en investeringskosten worden wel iets hoger.

Nadelen

- Nieuwe techniek: er zijn geen goede vergelijkingsmogelijkheden. Praktijkervaring is er dus ook nog niet op het gebied van slakkentransport of van vergelijkbaar materiaal. De operationele kosten zijn dan ook minder nauwkeurig in te schatten evenals de betrouwbaarheid (door nieuwe techniek waarschijnlijk lager dan bij transportbanden).
- Extra opleiding: binnen het AEB is het een nieuwe techniek; waarschijnlijk is er extra opleiding voor eigen personeel nodig of onderhoud door derden.
- Hellingshoek: er is een beperkte hellingshoek mogelijk daarom moet het systeem over de gehele route op hoogte worden uitgevoerd of voor een groot deel onder het maaiveld.
- Door het transporteren met een batchsysteem wordt er meer druk op de ondersteuning uitgeoefend, er is dus een extra financiële fundering nodig.

3.5 Verpompen

3.5.1 Omschrijving

Een optie is het verpompen van de slakken. Door toevoeging van water aan de **slakkenstroom** is het mogelijk om een papperige substantie te krijgen die mogelijk verpompbaar is. Voor deze optie zal een buizenstelsel (inclusief pompinstallatie) nodig zijn. Hierbij zal een uitgebreide voorscheiding nodig zijn.

3.5.2 Technische aspecten

De technische aspecten zijn heel globaal uitgezocht. Hiervoor is een basisberekening opgesteld, waarbij er vanuit is gegaan dat een percentage van 50% water nodig is (wat ook weer gezuiverd moet worden) om de substantie te kunnen verpompen. Er is gekozen om de soortelijke dichtheid van water als basis te nemen. In werkelijkheid zal dit niet het geval zijn (schattingen leveren een waarde van rond de 1,85 tegen 1,3 kg/m³).

Omschrijving	Hoeveelheid	Eenheid
Dichtheid water	1,292	kg/m ³
Drukverschil transportleiding*	7	bar
Gravitatiekracht	9,8	m/s ²
Hoogteverschil in transportleiding	6	m
Rendement transportpomp	80	%
Bedrijfsuren SOI	2.500	h/jaar
Gemiddelde slakhoeveelheid	135	Mg/h
Totale volumestroom**	400	Mg/h
Benodigde energie	34,4	MJ/h
Energieverbruik per uur	9.560	kWh

Tabel 3.8: technische gegevens

* Aanname

** Inclusief 50% watertoevoeging (ook weer retour)

Voor het verpompen van bovenstaande volumestroom is een zeer grote pomp nodig, die maar door enkele leveranciers geleverd kan worden. Verder blijkt uit de berekening dat het energieverbruik aanzienlijk is (kosten ruim een factor **60** hoger dan bij transportbanden) wat een direct effect heeft op de operationele kosten van dit systeem. Wat belangrijker is, door de samenstelling van de slakken (bestaande uit grote verscheidenheid van stoffen), is het feit, dat het technisch onmogelijk is om de zwaarste delen door de pijp te pompen. Hierdoor zouden er veel verstoppingen optreden welke moeilijk bereikbaar zijn. De optie valt dus af op grond van technische haalbaarheid.

3.5.3 Kostenoverzicht

Deze kosten zijn op basis van een heel ruwe inschatting gemaakt om de ordegrrootte voor dit systeem aan te geven. In werkelijkheid zullen de kosten waarschijnlijk nog een stuk hoger uitkomen.

Omschrijving	Aantal	Eenheid
Pompinstallatie	2.000.000	€
Retour installatie	500.000	E
Investeringskosten	2.500.000	€
Energiekosten (2.500 h/jaar)	238.900	€/jaar
Onderhoud en storing	30.000	€/jaar
Operationele kosten	268.900	€/jaar

Tabel 3.9: verwachte kostenspecificatie verpompen

De optie verpompen is technisch niet mogelijk zonder een zeer uitgebreide voorscheiding. Bovenstaande geeft echter al aan dat zelfs zonder voorscheiding deze optie niet reëel is, daarom is deze optie kostentechnisch ook slechts globaal uitgezocht.

3.5.4 Voor- en nadelen

Deze optie is technisch niet haalbaar en daarom ook niet verder uitgewerkt.

4 Selectie

4.1 Totaal kostenoverzicht

In de onderstaande tabel zijn de totale kosten per systeem weergegeven. Deze kosten zijn gebaseerd op globale offertes (+/- 25%).

Omschrijving	Aantal	Eenheid
Vrachtwagentransport		
Investeringskosten		€
Operationele kosten	600.000	€/jaar
Jaarlijkse kosten (inclusief afschrijving)**	600.000	€/jaar
Terugverdientijd	-	jaar
Rechte transportbanden		
Investeringskosten	2.150.000	f
Operationele kosten	109.000	€/jaar
Jaarlijkse kosten (inclusief afschrijving)**	216.500	€/jaar
Terugverdientijd	5,6	Jaar
Pipe conveyor		
Investeringskosten	2.110.000	€
Operationele kosten	140.000	€/jaar
Jaarlijkse kosten (inclusief afschrijving)**	245.500	€/jaar
Terugverdientijd	6,0	Jaar
Batchtransport		
Investeringskosten	2.700.000	€
Operationele kosten	221.000	€/jaar
Jaarlijkse kosten (inclusief afschrijving)**	356.000	€/jaar
Terugverdientijd	11,1	Jaar
Verpompen		
Investeringskosten	2.500.000*	€
Operationele kosten	270.000	€/jaar
Jaarlijkse kosten (inclusief afschrijving)**	395.000	€/jaar
Terugverdientijd	12,2	Jaar

Tabel 4.1: verwachte kostenmatrix

* Deze investeringskosten zijn alleen weer gegeven om een ordegrrootte aan te geven, in werkelijkheid zullen de investeringskosten hoger liggen.

** Jaarlijkse kosten zijn de operationele kosten en afschrijving (over 20 jaar, in hoofdstuk 5 wordt dit gelijkgesteld aan de situatie van het AEB).

De terugverdientijd is berekend ten opzichte van de kosten voor (ongewijzigd) vrachtwagentransport in september 2006. Uitgangspunt is dat het transportsysteem in 20 jaar volledig afgeschreven wordt en dat er sprake is van een lineaire afschrijving. De gebruikte

$$\text{formule is: terugverdientijd} = \frac{\text{investering}}{\text{jaarlijkse kosten vrachtwagen} - \text{jaarlijkse kosten}}$$



4.2 Systeemvergelijking

Een pipe conveyor is alleen mogelijk via de diagonale route. Het bovengrondse tracé is niet mogelijk. Een pipe conveyor is alleen economisch aantrekkelijk als er meer dan één overstortpunt (bocht) wordt uitgespaard. Bij een eventueel diagonaal ondergronds tracé wordt er geen overstortpunt uitgespaard, zodat de optie pipe conveyor afvalt. De optie **verpompen** valt ook af, omdat deze technisch niet haalbaar is.

Alle onderzochte opties zijn uitgezet in onderstaande matrix, waarbij de afgevalen opties cursief zijn. De matrix is als samenvatting weergegeven (na intern overleg met de betrokken AEB medewerkers).

	Technisch haalbaar	Tracé haalbaar	Emissie	Betrouwbaarheid	Onderhoud	Bestuurbaarheid	Toezicht	Architectuur	Kosten	Totaalscore
waarde	j/n	j/n	22%	17%	13%	13%	9%	4%	22%	
Vrachtwagentransport	ja	ja	2	5	5	5	5	5	2	74
Rechte transportbanden	ja	ja	3	4	3	4	4	4	5	77
<i>Pipe conveyor</i>	ja	nee	4	3	3	5	3	1	4	72
Batchtransport										
AGV	ja	nee	2	3	4	3	1	2	2	50
Kabelbaansysteem	nee	nee	5	3	2	4	2	2	1	57
Railtransport	ja	nee	5	3	4	3	3	2	1	62
Bovenrailsysteem	nee	ja	5	3	2	4	3	4	1	61
Pallettransport	j	a	j	a	3	3	4	4	3	66
<i>Verpompen</i>	nee	ja	1*	2	1	4	2	5	2	41

Tabel 4.1: systeem matrix

Waarde: 1 = slecht, 2 = matig, 3 = redelijk, 4 = goed, 5 = zeer goed

* In verband met watervervuiling

Voor batchtransport zijn diverse systemen uitgezocht en blijkt dat pallettransport de beste optie is. Deze optie is technisch en economisch realiseerbaar. Hetzelfde geldt voor rechte transportbanden. Daarnaast is vrachtwagentransport ook mogelijk.

Er moet een keuze gemaakt worden uit twee systemen als alternatief voor vrachtwagentransport: rechte transportbanden en pallettransport.

Omdat geen van de systemen er duidelijk uitspringt, is het niet verantwoord om alleen op basis van de matrix de keuze te maken. Daarom volgt op de volgende pagina een vergelijking tussen rechte transportbanden en pallettransport.



Het toepassen van een pallettransport is redelijk uniek, omdat er geen vergelijkbare systemen gevonden zijn, die (nog) in bedrijf zijn. Het toepassen van een nieuwe techniek levert in de beginfase vaak de nodige kinderziektes op. Het effect op financieel en operationeel gebied laat zich hierdoor moeilijk voorspellen. Omdat het een nieuw systeem is voor het AEB is de technische kennis (nog) niet in huis. Opleiding dan wel onderhoud door derden is vereist. Vooral in de eerste jaren zal de betrouwbaarheid van dit systeem minder zijn als die van transportbanden. De voordelen van een pallettransport zijn voornamelijk dat er geen voorscheiding nodig is en dat de wagentjes voor onderhoud en storting gemakkelijk uit de rail te halen zijn. Verder is er geen probleem met vervuiling tijdens transport.

Voordeel van rechte transportbanden is dat het om een conventionele (beproefde) methode gaat. Bij bijna alle AVI's wordt gebruik gemaakt van rechte transportbanden. Vergelijkingsmateriaal (operationele aspecten) is dus in voldoende mate aanwezig. Ook zijn er tal van leveranciers beschikbaar, wat de concurrentie ten goede komt. Onderhoud is goed te plannen bij transportbanden, de expertise hiervoor is aanwezig binnen het AEB. Door het goed **planbare** onderhoud en de beproefde techniek zal de betrouwbaarheid van dit systeem hoger zijn dan bij een pallettransport.

Het grote nadeel van transportbanden is de vervuiling die optreedt. Door de vochtigheid van de slakken zal een deel aan de band blijven plakken. Op de terugweg zal een deel van deze vervuiling loslaten en onder de band terecht komen. Op basis van ervaringen bij andere AVI's gaan we er vanuit dat er dagelijks schoongemaakt moet worden. Een ander nadeel van transportbanden is dat deze kunnen verstoppelen en zelfs scheuren. Om dit te voorkomen is een goede voorscheiding voor stoorstoffen nodig.

Om de vervuiling bij de optie rechte transportbanden te verminderen is er een voorstel gedaan voor combinatie met een pipe conveyor, via de noordelijke route. Een pipe conveyor (met de vereiste diameter) heeft echter ongeveer 40 tot 50 meter nodig om open en dicht te vouwen. De maximale (rechte) lengte in de noordelijke route is 250 meter, dat betekent dat er 150 meter geen vervuiling optreedt.

Uitgaande van het feit dat overal evenveel vervuiling optreedt, zou dit een besparing van maximaal 30% op schoonmaakkosten opleveren. Dit uitgezet tegen de meerprijs van een pipe conveyor levert een terugverdientijd van ± 17 jaar op. Daar zijn dan geen kosten voor extra onderhoud, afschrijving, rente, enzovoorts in meegenomen. Dit is dus geen reële optie om verder te onderzoeken.

4.3 Keuze

De hogere risico's (nieuwe techniek) op zowel operationeel als financieel gebied voor een pallettransport wegen niet op tegen de nadelen van rechte transportbanden. De combinatie rechte transportbanden en pipe conveyor biedt weinig voordelen en levert zowel financieel als bedrijfskundig grote nadelen op. Daarom kan de volgende conclusie worden getrokken:

"Operationeel, financieel en bedrijfskundig gezien bieden rechte transportbanden via de noordelijke route het beste alternatief voor vrachtwagentransport."

In het volgende hoofdstuk zal de optie rechte transportbanden verder worden uitgewerkt en worden uitgezet tegen vrachtwagentransport. Hierbij zullen vooral het schoonmaken van de band en de knelpunten (slakkenbunker, wegkruising, SOI) worden beschreven. Verder zullen de milieuaspecten, alsook de route worden uitgewerkt.



5 Uitwerking transportbanden

In dit hoofdstuk wordt dieper op het transportsysteem rechte transportbanden ingegaan. Knelpunten worden uitgewerkt, de kostenspecificatie is nauwkeuriger. Dit systeem wordt afgezet tegen het vrachtwagentransport. In hoofdstuk 2.3 worden enkele voorwaarden gegeven waaraan moet worden voldaan; aan dit hoofdstuk wordt gerefereerd.

5.1 Uitvoer slakkenbunker

De ruimte aan de oostzijde van de slakkenbunker is beperkt. Zowel de aanwezige diepte als breedte is gering. Er is een opstelplaats voor de slakkenkraan en één voor de bunkerkraan. Daarnaast is het de toegang voor een mobiele graafmachine, shovel en vrachtwagens bij het uitvallen van de slakkenkraan of transportbanden.

Om de kranenuitvoer voor zowel bunker- als slakkenkraan mogelijk te houden, zijn twee verschillende oplossingen mogelijk.

1. Tussen de huidige AVI en de HR-AVI is er voor zowel de slakkenkraan als voor de bunkerkransen de mogelijkheid om te verwisselen. Hierdoor is het mogelijk om de verwisselmogelijkheid aan de oostzijde te laten vervallen.
2. De verwisselmogelijkheid aan de oostzijde blijft bestaan. Dit is mogelijk door de uitvoer van het slakkentransport aan de zuidzijde van de slakkenbunker te plaatsen. Voor de uitvoerband is dan wel een opening in de gevel (betonnen wand) noodzakelijk. De bestaande trappentoren als opgang naar de kraanbaan en naar de kraancabine moet worden gedemonteerd en worden vervangen door een doorgang naar de trap, op dezelfde hoogte, alleen aan de buitenkant van de muur. Tevens moet er voor de stoorstoffenafscheiding een vrachtwagen in de slakkenbunker kunnen komen. Deze tweede optie lijkt dus de oplossing.

Noodtransport bij uitval van het transportbandensysteem zal worden opgevangen door vrachtwagentransport. Hier zijn verschillende oplossingen mogelijk.

1. Met de toegang tussen de huidige AVI en de HR-AVI kan een vrachtwagen de slakkenbunker inrijden. Hier moet dan wel een noodverlaadplaats worden gerealiseerd.
2. Een andere optie is om de huidige trechter te verplaatsen naar het einde van de slakkenbunker (HR-AVI) en tevens een nieuwe trechter te plaatsen aan de oostzijde. Deze nieuwe trechter moet wel aan een aantal voorwaarden voldoen. De trechter moet twee stortgaten krijgen, één voor het transport met transportbanden en één voor vrachtwagentransport. Hierbij zal het stortgat voor het bandtransport dieper zijn zodat een buffer ontstaat, het stortgat voor vrachtwagens zal zijn zoals in de huidige situatie. Om de twee stortgaten goed te laten werken is een kantelklep nodig. Deze zorgt ervoor dat de opening groter wordt dan de breedte van de slakkenkraan. Naast de kantelklep zal de trechter bijzonder zijn doordat het geen standaard vorm heeft. Dit komt door de beperkte ruimte in de slakkenbunker. Ter verduidelijking: tekening "definitieve keuze uitvoer slakkenbunker".

De toegang, bij uitval van de slakkenkraan, voor een graafmachine en shovel is, zoals hiervoor beschreven, mogelijk via de ruimte onder het stortgat voor vrachtwagens. Daarnaast bestaat hiervoor ook de toegang tussen de huidige AVI en de HR-AVI.

5.2 Noodstort slakken

De kwaliteit van de slakken is niet constant. Bij **slechte** verbranding (hier zijn veel oorzaken voor) neemt de kwaliteit van de slakken af. Deze kwaliteitsvermindering kan tot gevolg hebben dat het wenselijk is om de slakken opnieuw te verbranden.

Om de vervuiling op de transportband zo min mogelijk te maken is het wenselijk om dit **zo** dicht mogelijk bij de slakkenbunker te houden. Helaas is dit met de huidige invulling van het terrein onmogelijk. De gewenste plek blijft de stortruimte aan de westzijde van de SOI.

Er zijn drie mogelijkheden voor het afscheiden van de slakken.

1. Een draaibare transportband. Deze transportband kan zwenken van de invoertrechter naar het stortgedeelte.
2. Een kantelklep ter hoogte van de stortplaats. Deze kan schakelen tussen twee transportbanden, een invoerband naar de SOI en een afvoer voor stort.
3. Een **golfvorm** met verstelbaar stortpunt in de transportband en een dwarsband (ter verduidelijking tekening "overzicht eindpunt SOI; zij aanzicht **afstort** slakken").

Een kantelklep zorgt voor een groot hoogteverschil wat slijtage **zal** veroorzaken. Daarnaast is een kantelklep **een** storingsgevoelig onderdeel.

Een draaibare transportband is duur en vergt veel onderhoud, hiernaast is ook een groot hoogteverschil nodig, net als bij de kantelklep.

De **golfvorm** met verstelbaar stortpunt is een oplossing voor dit probleem. Hiermee gooit de transportband het product op dezelfde transportband of op een dwarsband. Dit lijkt de beste oplossing en beperkt de kosten.

Naar de afmetingen van de dwarsband is nog geen onderzoek gedaan. Wel is te verwachten dat deze band smal maar snel lopend zal worden uitgevoerd; dit bespaart kosten.

5.3 Invoer SOI

De invoer in de SOI, met een transportband, zal direct zijn; dit bespaard shovelkosten. Hiernaast moet de mogelijkheid blijven bestaan om met een shovel slakken te voeren.

Gezien er voldoende ruimte is in het gebied bij de trechter lijkt het de makkelijkste en beste oplossing om een aanpassing te maken op de huidige invoertrechter, zodat deze breder wordt in noordelijke richting. Door de transportband hoog te laten eindigen zullen door de zwaartekracht de slakken op de schudgoot glijden. Als extra toelichting is dit gevisualiseerd in tekening "overzicht eindpunt SOI; vooraanzicht trechter SOI".

5.4 Reiniging en milieu

Het is te verwachten dat er geen milieubelasting zal ontstaan bij dit systeem. De transportbanden zullen geheel afgesloten zijn en de looppaden gesloten. Gasemissie vanuit het systeem zal alleen kunnen komen door rookgassen. Deze zijn eventueel te filteren. Dit zal echter hoofdzakelijk bestaan uit waterdamp, zodat dit te verwaarlozen is. Emissie van slakken kan **ook** komen door aanplak aan de band. Bij reiniging zullen ophopingen (onder retourrollen) ontstaan, deze zullen in eerste instantie terug op de band worden gegooid. Het laatste deel zal met water worden gereinigd en geloosd op het AEB riool. Dit laatste deel kan binnen de huidige capaciteit worden gereinigd.

5.5 Besturing

5.5.1 Uitvoer slakkenbunker

Voor continue stroom van slakken moet in de slakkenbunker een buffer komen. De slakkenbunker wordt 152 meter lang (inclusief HR-AVI). Uitgaande dat de kraan maximaal 6 minuten weg is, is er een bufferfunctie voor deze tijd nodig. Dit betekent een buffer van 15 ton (= $12,5 \text{ m}^3$; $6 \text{ min} \times 150 \text{ ton}/60 \text{ min}$) bij nominale doorvoer. Dit wordt met de voorgestelde nieuwe trechter gecreëerd. Deze zal een capaciteit krijgen van ongeveer 18 m^3 .

5.5.2 Doorvoer SOI

De doorvoer van de SOI is niet constant. Zonder buffer is de reactietijd op deze productiestappen gelijk aan de transportsnelheid x lengte, in ons geval $450 \text{ meter} \times 1 \text{ m/s} = 7:30$ minuten. Voor de bedrijfsvoering is dit lang en ongewenst.

Met transportbanden zijn twee mogelijke oplossingen:

1. Alle (primaire) transportbanden worden frequentiegeïregeld uitgevoerd. Hiermee kan de bandsnelheid variëren. Hierdoor is er direct een reactie van het systeem.
2. De schudbakken worden alleen frequentiegeïregeld uitgevoerd. Deze zorgen voor dosering van de transportbanden. De dosering is afhankelijk van de vulling van de trechter bij de SOI (buffer).

Ad. 2. Door de trechter bij de SOI te regelen op een bepaalde trechterinhoud, kan de reactietijd worden verkort. Met de voorgestelde aanpassing (hoofdstuk 5.3) zal deze trechter een groter volume krijgen. Wij zijn uitgegaan van een trechtersvolume van 18 m^3 . Wanneer deze zodanig geregeld wordt dat er standaard 8 m^3 in zit, kan een productiestap omhoog worden gemaakt van $76,8 \text{ m}^3$. Bij een grotere stap zal de trechter leeglopen en terugvallen op de aanvoer van de transportband.

De schudbak bij de slakkenbunker verandert bij een setpointverandering zodanig dat de leegloop van de buffer bij de SOI opgevangen wordt. De trechterinhoud kan worden geregeld met een massameting of met een onnauwkeurigere dieptemeting.

Bij normaal proces kan zonder problemen een stap naar beneden gemaakt worden van 96 ton/h . Bij een grotere stap zal de transportband (tijdelijk) uitgeschakeld moeten worden. Een storing van ongeveer 5 minuten ($10 \text{ m}^3 \times 2 \text{ Mg/m}^3 \times 3600 \text{ sec}/150 \text{ Mg/h}$) van de SOI kan worden opgevangen, zonder dat de transportbanden stil komen te staan.

De bufferwerking is gekozen met een standaard inhoud van 8 m^3 . Dit is gedaan om een redelijk grote stap omhoog te kunnen maken. Een productiestap $> 50 \text{ m}^3$ komt bijna nooit voor. Belangrijker is, om een ruime bufferfunctie te krijgen waardoor storingen van de SOI opgevangen kunnen worden. De transportbanden kunnen een capaciteit tot $250 \text{ m}^3/\text{h}$ aan. Dit is voldoende voor deze bufferregeling.

Er valt nog een optimalisatieslag in dimensionering van de buffer te maken, door de stapgrootte verder te belichten.



5.6 Kostenoverzicht

Voor een transportbandensysteem zijn verschillende trajecten uitgezocht. Op basis van nieuwe richtprijsoffertes en gesprekken met leveranciers is dit **kostenoverzicht** gemaakt. De richtprijzen voor het eigenlijke transportbandensysteem van verschillende leveranciers, liggen zeer dicht bij elkaar en kunnen daarom als vast gelden. Voor de verbouwwerkzaamheden als mede voor de funderingswerken zijn de kosten gecalculeerd.

Omschrijving	EP	St.	Totaal	Eenheid
Noordelijk traject op hoogte + 7,0 meter				
Doorbraak nieuwe toegang kraancabine	800	1	800	€
Sloop trappentoren	1.200	1	1.200	€
Aanpassing staalconstructie	1.000	1	1.000	€
Doorbraak voor band met stalen versterking	1.500	1	1.500	€
Smalle container	3.300	1	3.300	€
Schudgoot/grofzeef	40.000	1	40.000	€
Aanpassing trechter	27.000	2	50.000	€
Massameetinstallatie SOI + besturing	10.000	1	10.000	€
Funderingskosten per steun	7.200	16	130.000	€
Funderingskostenhoekpunten	14.400	2	29.000	€
Draagconstructie (brug)	1.100.000	1	1.100.000	€
Transporteur (onderstel + banden)	500.000	1	500.000	€
Totale kosten			1.900.000	€
Diagonaal traject ondergronds				
Boren tunneischaft	4.000.000	1	4.000.000	€
Trappenschaft	500.000	2	1.000.000	€
Transporteur (onderstel + banden)	400.000	1	400.000	E
Totale kosten			5.400.000	6
Noordelijk traject deels ondergronds				
Uitgraven tunnelschaft	800.000	1	800.000	€
Funderingskosten per steun	7.200	8	60.000	€
Draagconstructie laatste stuk	700.000	1	700.000	€
Transporteur (onderstel + banden)	500.000	1	500.000	€
Watergemaal	120.000	1	120.000	E
Totale kosten			2.180.000	€

Tabel 5.1: kostenspecificatie verschillende tracés transportbanden

Het ondergrondse traject is alleen esthetisch voordelig, gevoegd bij de kosten valt **deze** optie af. De andere twee opties liggen dicht bij elkaar. Gezien het risico dat het ondergrondse traject meebrengt, het kruisen van de koelwater(retour)leidingen en de wegkruising, is het + 7,0 meter traject toch voordeliger.

Omschrijving	Aantal	Eenheid
Investeringskosten	1.900.000	€
Planningskosten (8%)	152.000	€
Onvoorziene omstandigheden (10%)	190.000	€
Korting afdeling inkoop (-5%)	- 95.000	€
Totale investeringskosten	2.150.000	€

Tabel 5.2: totale investeringskosten transportbanden



De investeringskosten zijn in de bepaling van de bedrijfskosten voor het bandtransport opgenomen en zijn in onderstaande tabel samengevat.

Omschrijving	2005	2007	Eenheid
Specificatie investeringskosten			
Investeringskosten	2.150.000	2.150.000	E
Afschrijvingstermijn	11	11	Jaar
Rentetarief	4	4	%
Specificatie operationele kosten			
Bedrijfsgegevens			
Totale hoeveelheid slak	200.000	325.000	Mg
Doorvoer slakopwerkingsinstallatie	150	150	Mg
Bedrijfsuren	6.00	10.00	Uur
Bedrijfsdagen	250	250	Dagen
Stroomprijs	0,01	0,01	€/kWh
Stroomverbruik	155	155	kW
Stroomkosten	2.325	3.875	€/jaar
1 vrachtwagenrit per dag	9	9	€/rit
Transport grof schroot	2.250	2.250	€/jaar
Schoonmaak	41.600	41.600	€/jaar
Vervangen transportband/-onderdelen	31.780	44.700	€/jaar
Onderhoudskosten	73.780	86.300	€/jaar
Beschikbaarheid	95	95	%
Kosten stilstand SOI	6.750	10.530	€/jaar
Kosten oplossen storing	9.000	14.040	€/jaar
Kosten inhuur vervangend transport	4.000	6.240	€/jaar
Kosten i.v.m. storingen	19.750	30.810	€/jaar
Totale operationele kosten (afgerond)	100.000	125.000	€/jaar
inflatiecorrectie	2	2	%/jaar

Tabel 5.3: jaarlijkse kosten transportbanden



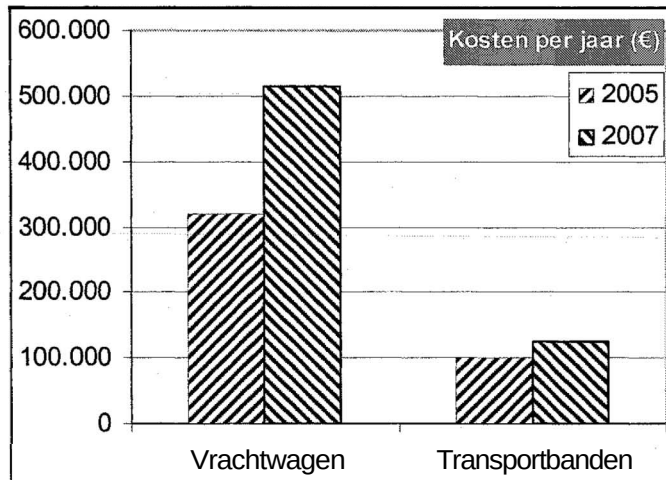
De verwachte kosten voor vrachtwagentransport met de bestaande gegevens van 2005 vertaald naar een kostenraming voor 2007

Omschrijving	2005	2007	Eenheid
Bedrijfsdagen	250	250	Dagen
Uurprijs vrachtwagen	65	65	€/h
Bedrijfsuren vrachtwagen	9.00	16.00	Uur
Extra inhuur vrachtwagen	200		Uur
Kosten vrachtwagen	146.000	260.000	€/jaar
Kosten extra inhuur	13.000	-	€/jaar
Uurprijs shovel	49	49	€/h
Bedrijfsuren shovel	10.00	16.00	Uur
Extra inhuur shovel	100	160	Uur
Kosten shovel	123.000	195.000	€/jaar
Kosten extra inhuur	4.900	7.800	€/jaar
Reiniging wegdek	30.000	48.000	€/jaar
Wielwasinstallatie	1.200	2.200	€/jaar
Totale kosten	320.000	515.000	€
Inflatiecorrectie	2	2	%/jaar

Tabel 5.4: jaarlijkse kosten vrachtwagentransport

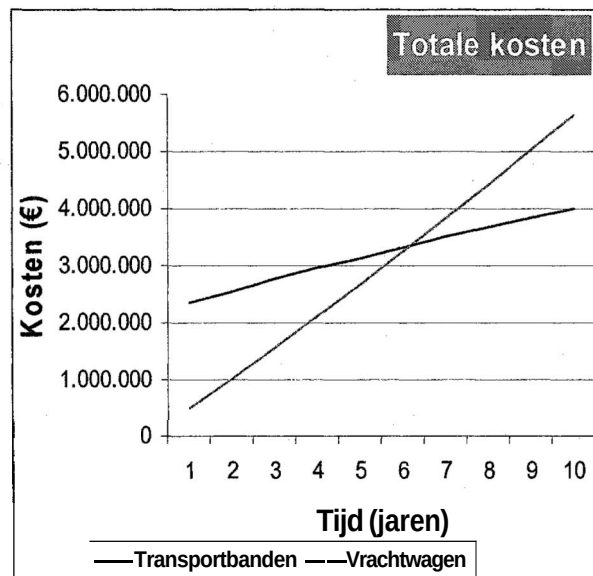
5.7 Kostenvergelijking

De berekening van de jaarlijkse kosten voor de alternatieven vrachtwagentransport en rechte transportbanden leiden tot een duidelijk voordeel bij de transportband. Dit is in het volgende diagram ook grafisch weergegeven.



Grafiek 5.1: Operationele kosten vrachtwagentransport versus transportbanden onder afschrijving (€ per jaar)

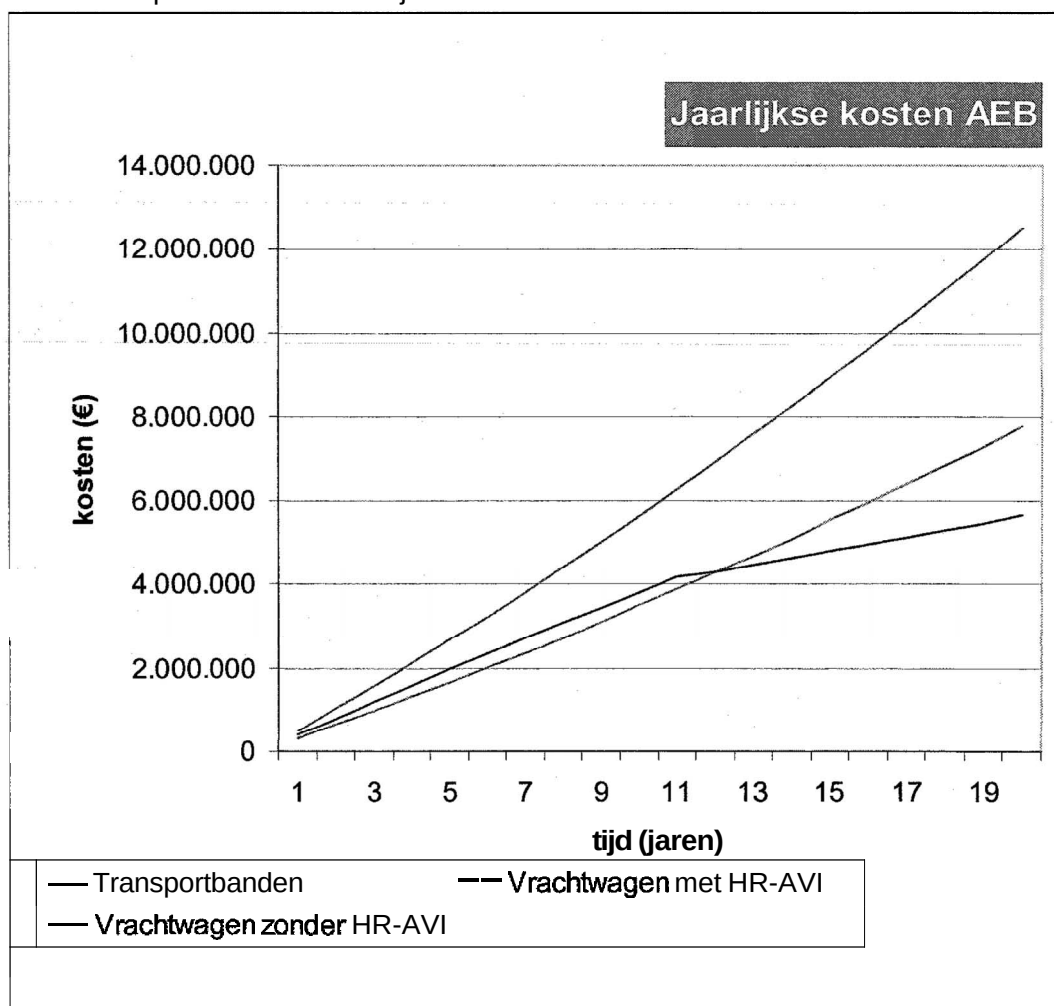
Het verschil tussen de varianten is vooral nadat de HR-AVI operationeel wordt. Er moet echter bij transportbanden een investering worden geplaatst. De totale kosten over de tijd zijn ook grafisch weergegeven. In de operationele kosten van transportbanden is ook de rente voor de investering meegenomen.



Grafiek 5.2: totale kosten vrachtwagentransport versus transportbanden

De terugverdientijd, de plek waar beide transportsystemen elkaar snijden, is na 6,2 jaar. In deze berekening is er van uitgegaan dat de investering in één keer wordt betaald.

Dit zal via een lening bij de Gemeente Amsterdam gaan tegen een rente van $\pm 4\%$, welke in 11 jaar wordt afgeschreven. In onderstaande grafiek is grafisch weergegeven wat het kostenverloop voor het AEB zal zijn.



Grafiek 5.3: kosten vrachtwagentransport versus transportbanden met afschrijving

In bovenstaande grafiek is te zien dat de transportbanden (uiteindelijk) voordeliger zijn dan het vrachtwagentransport. Vooral met de ingebruikname van de HR-AVI laten de transportbanden veel voordeel zien.

De afbuiging van de kosten van transportbanden na 11 jaar komt door de afschrijvingsperiode die dan afloopt. Bij alle operationele kosten is rekening gehouden met een inflatiecorrectie van 4%.

De voordelen van de transportbanden zijn zo duidelijk dat een discussie over de onzekerheden bij de gemaakte veronderstellingen en voorwaarden niet noodzakelijk is. Kleine wijzigingen van de gegevens zullen het resultaat niet aanmerkelijk beïnvloeden.



6 Conclusie

In dit rapport is een verslag van een onderzoek naar alternatieven voor het **slakken**-transport weergegeven. Hierbij is een mogelijkhedenstudie en een verdieping van het beste alternatief beschreven.

De opdrachtomschrijving voor het onderzoek luidt als volgt:

"Het onderzoeken van de haalbaarheid van een alternatief transport van AVI-bodemassen (slakken) vanuit de slakkenbunker in het AVI-gebouw naar de slak-opwerkingsinstallatie (SOI)..."

Doel hierbij is om vermindering van milieubelastingen van operationele kosten bij het transport te realiseren.

Tijdens de mogelijkhedenstudie is gelet op de milieubelasting, betrouwbaarheid, onderhoudsaspecten, bestuurbaarheid, toezicht, architectuur, operationele- en investeringskosten. Hieruit blijkt dat transportbanden het beste alternatief bieden voor het vrachtwagen-transport. De haalbaarheid van een transportbandensysteem is ook positief gebleken.

Na verdieping in transportbanden blijkt de noordelijke route op hoogte het beste alternatief. Er wordt voor de oplossing met afscheiding van grof schroot gekozen. Dit om een hogere bedrijfszekerheid beschikbaar te garanderen. Tevens kan met deze oplossing het lange bandtraject worden uitgevoerd met één bordes, omdat schade aan het bandsysteem geminimaliseerd is. De transportband moet wel over de gehele lengte worden over- en onderkapt; dit om emissie te verminderen.

Het blijkt dat de operationele kosten van het bandtransport, na ingebruikname van de HR-AVI met meer dan 40% omlaag kunnen. Daarnaast wordt de milieubelasting drastisch verminderd. Na onderzoek naar onderhouds-, storings-, reinigings- en afschrijvingskosten blijkt een terugverdientijd van 6,2 jaar haalbaar. Hierbij is rekening gehouden met een afschrijvingstermijn van 11 jaar, aangezien de gehele AVI-installatie in 2017 wordt afgeschreven.

"Geadviseerd wordt om, op korte termijn, een transportbandensysteem te realiseren als vervanging van vrachtwagentransport."

Het transportsysteem dient zo snel mogelijk te worden gerealiseerd, liefst vóór inbedrijfstelling van de HR-AVI, omdat op dat tijdstip een kostensprong bij vrachtwagentransport optreedt.

Het aanstellen van een projectleider is een logische vervolgstap. Deze kan de basic engineering opstellen en de vermelde diensten in mededinging uitbesteden voorzover dat nog niet gedaan is. Hierna, waarschijnlijk op korte termijn, kan dan worden overgegaan tot besluit van bouw.



7 Extra aanbevelingen

Bij het onderzoek is uitgegaan van een aantal criteria. Hierdoor zijn niet alle aspecten die invloed hebben op dit proces noodzakelijk gevonden voor dit onderzoek. Wij hebben echter nog extra naar een aantal mogelijkheden om vrachtwagentransport verder te optimaliseren gekeken. Ook is er nog verbetering mogelijk op het gebied van **bandreinigingssystemen**. Aanbevolen wordt om deze zaken mee te nemen in het vervolg van dit project.

Aanbevolen wordt om per dag de oost toegang slakkenbunker afwisselend met de west toegang te gebruiken.

Met de **HR-AVI** wordt de lengte van de slakkenbunker bijna verdrievoudigd. De rijweg per grijperlading van de slakkenkraan zal hierdoor toenemen. Dit zorgt voor extra slijtage. Bij een transportband is dit niet te omzeilen. Vrachtwagentransport is echter wel flexibel. Hierdoor wordt de rijweg per grijperfading verkort en er wordt bespaard op onderhoudskosten.

Aanbevolen wordt om met een kleine investering de waterdruk van het schoonmaaksysteem te verhogen en een waterbak met waterzuivering te plaatsen.

Om emissie van slakken te voorkomen wordt met water tegen de zijkant van de vrachtwagen gespoten bij het verlaten van de bunker. Dit **wielwas** systeem heeft onvoldoende druk en reinigt het profiel niet, daarnaast staat het niet goed afgesteld (vrachtwagen is al weg voordat het systeem goed inschakelt). Uitvoering van de aanbeveling zal zorgen voor minder vervuiling. Tevens is er sprake van een **kosten-** en milieubesparend effect, naast het esthetische aspect.

Aanbevolen wordt om de vracht (150 ton/h; 1300 ton/dag) over de afstand aan te bieden.

De **transportwagen** wordt momenteel met chauffeur ingehuurd. Eén transportwagen is net niet toereikend voor de hoeveelheid slakken. Hierdoor wordt consequent per periode een extra vrachtwagen ingehuurd. **Het** is economischer om de afstand de kosten te laten bepalen. Hiermee wordt bespaard op kosten door extra inhuur van vrachtwagens. Tevens is het mogelijk om "eigen diesel" te gebruiken, het AEB heeft namelijk een eigen **dieseltankstation**. Voorwaarde is wel dat de vrachtwagens op het terrein blijven (op de openbare weg is deze diesel niet toegestaan).

Aanbevolen wordt om de trechter bij de SOI te vervangen door een trechter waar vrachtwagens in kunnen storten.

Het slakkentransport verloopt momenteel in twee stappen. Het vrachtwagentransport van slakkenbunker naar SOI-terrein en de shovel, die de slakken laadt en invoert in de trechter bij de SOI. Op de markt bestaan ook trechters waar vrachtwagens in kunnen storten. Met een stalen scharnierband kunnen de slakken dan worden opgevoerd naar de trechter bij de **SOI**. Dit bespaart 2/3 van de shovel ritten. Dit is aan te bevelen aangezien er momenteel een installatie wordt gebouwd (zoutinstallatie) die ook een invoer heeft van 50 ton/h. De shovel kan dan beide systemen voorzien van voldoende invoer.

Aanbevolen wordt een aangepast waterreinigingssysteem aan te schaffen

Voor de reiniging van transportbanden is aan te raden om (dubbele) schrapers te gebruiken. Wanneer dit onvoldoende blijkt, kan de firma AT Cleaning Systems, als aanvulling hierop een waterreinigingssysteem leveren. Er is al een voorstel voor een pilotinstallatie gedaan, hiermee kan worden vastgesteld of de kosten opwegen voor waterreiniging tegen de besparing op schoonmaakkosten



Bronvermelding

- Rapport Slakkenband, Wandschneider en Gutjahr; Ingenieurgeselschaft rnbh
- Internet scan pipe conveyors d.d. 22 april 2002, Berend **Reitsma**; Tauw
- Verslag bezoek aan pipeconveyorinstallatie (Lenzing Oostenrijk) d.d. 23 mei 2003, **T. Keurhorst**; Witteveen + Bos
- Gemeente Amsterdam, Afval Energie Bedrijf, jaarverslag 2004
- **Metso Minerals** (Dordrecht) B.V.; Henk van Kesteren (manager WPC)
- TSN – Tip Top B.V.; Ton Bakker (assistent vestingmanager)
- Visno Machinefabriek B.V.; ing. S.D. Siemensma
- **Norwegian Talc** (Holland) B.V.
- AVR, Rozenburg; ing. Peter S. van Dijk (hoofd onderhoud) en Ed van **Gelder**
- J. de Jonge flowsystems B.V.; J. Wolfs (account Manager Construction & Piping)
- ARP Engineering B.V.; David Darnen
- Visser & Smit Hanab B.V.; ing. H.H.J. van der **Werff**
- Heijmans Technische Infra B.V.; Klaas Adelaar (bedrijfsleider)
- **Corus**; T.C. van Leeuwen (Project Manager Logistic)
- Berno Rail B.V.; Arno Lognan (Projects & Services)
- BAM Rail B.V.; J.W. Enneman (Hoofduitvoerder)
- **Arcadis**, Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications; ir. Gerjo J.H. Bröeken (Projectmanager) en ing. **Nico A. Smit** (Senior Specialist Railtechniek)
- **VanDerLande Industries**; Robert van Ree (Account Manager Benelux) en Marc van Neerijnen (System Engineer)
- Vekoma Rides Manufacturing B.V.; Jan Phillippen (calculator)
- Ooms Bouwmaatschappij B.V.; A. Lont (Hoofd burger- utiliteitsbouw)
- AT Cleaning Systems; Arnold Merkus (technisch directeur)
- **Sicon Roulunds AB**; in Nederland vertegenwoordigd door: Wissekerke Techniek B.V.
- Gemeente Amsterdam, Afval Energie Bedrijf;
 - o Hoofd Bedrijfsbureau en begeleider: Hans **Wijmans**
 - o Hoofd SOI: Arie Outjes
 - o Hoofd Onderhoud: Hernan Kiers
 - o Technisch specialist: Jörn Wandschneider
 - o Technisch specialist: Ab **Ijsseling**
 - o Civiel-technicus: Henk Bosman
 - o Hoofd Algemene zaken: Gerrit Poldermans
 - o Hoofd Regeling & Productie: Pim **Zwemer**
 - o Hoofd Procesbeheer: Cor de Vries

Bijlagen

1. Pakket van Eisen (PvE)
2. Tekeningen
 - Plattegrond AEB met mogelijke tracés
 - Mogelijkheden uitvoer slakkenbunker
 - o De noordelijke route op hoogte
 - o De noordelijke route gedeeltelijk ondergronds
 - o De diagonale route ondergronds
 - Definitieve keuze uitvoer slakkenbunker
 - Overzicht eindpunt SOI
3. Projectplanning: AVI Reststoffen (globaal)
4. Concept bestek



Bijlage I - pakket van eisen voor systeem

22-03-2005

Milieu technische eisen

1. Het systeem moet zo min mogelijk tot geen emissie hebben van of naar lucht, bodem, water en geur. Ook bij reiniging van het systeem moet eventueel water opgevangen en verwerkt worden.
2. Geluidsarm systeem in verband met nabij gelegen kantoren. Binnen in de kantoorgebouwen maximaal 35 dB(A). Buiten moet ook gesprekken gevoerd kunnen blijven worden maximaal 50 dB(A).

Veiligheidseisen

3. Bij bovengrondstransport moet voorkomen worden dat er materiaal naar beneden kan vallen, of moet worden gewaarborgd dat dit op afgesloten terrein plaats vindt.

Economische eisen

4. Het systeem moet lagere operationele kosten hebben in vergelijking tot vrachtwagentransport vanaf september 2006.

Operationele eisen

5. Hoge beschikbaarheid van het systeem, > 90%.
6. Het ontwerp punt van het transportsysteem moet liggen op 150 Mglh (met een maximale capaciteit van 250 Mglh).
7. Het systeem moet met drie ploegendienstsystemen kunnen werken (dit bij eventueel groot onderhoud/vakantie grote storingen).

Technische eisen

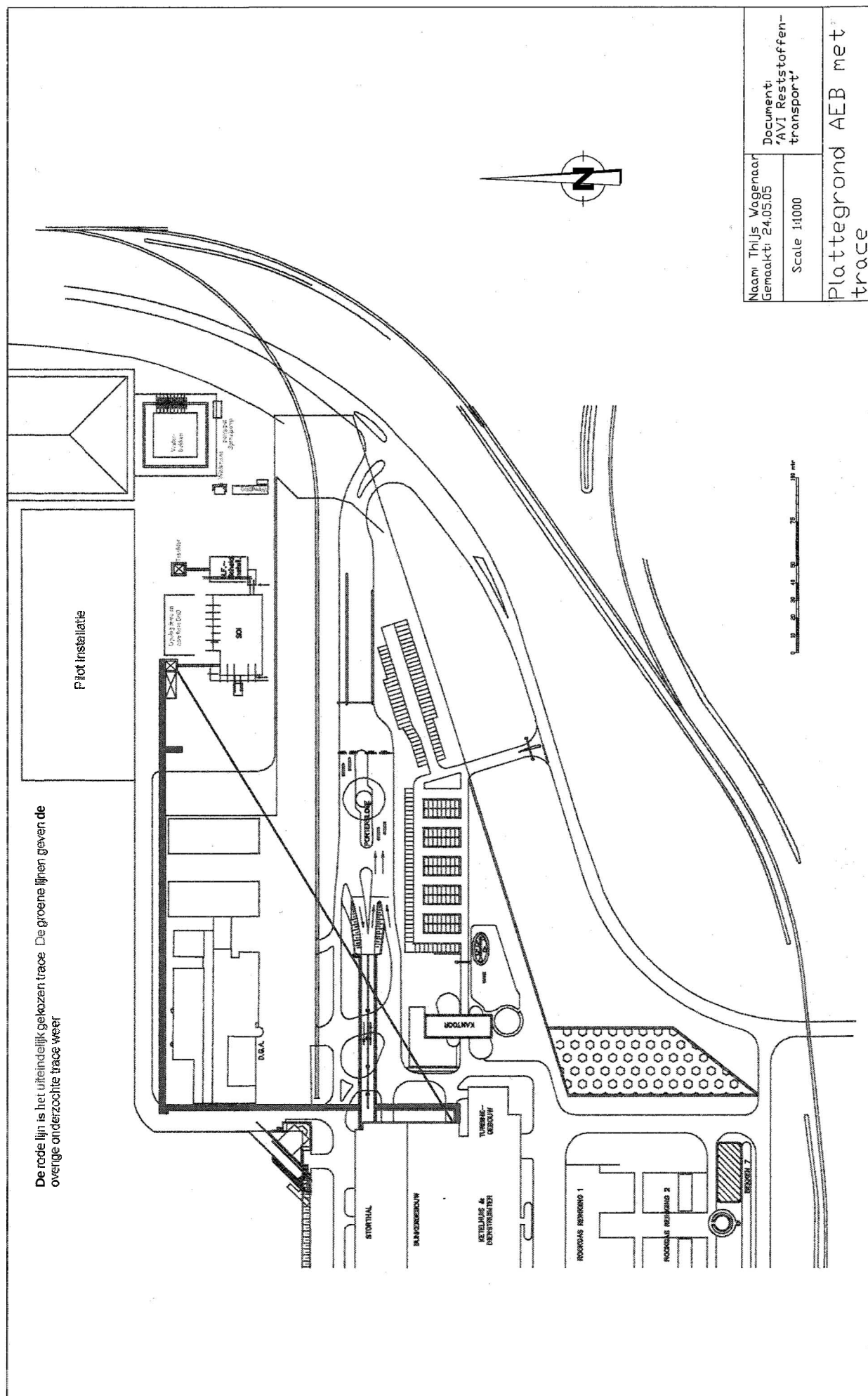
8. Het systeem moet zonder veiligheidnorm berekend zijn op een soortelijk gewicht van $2,0 \text{ Mg/m}^3$, nominaal $1,2 \text{ Mg/m}^3$.
9. Het (voorscheiding)systeem moet delen van 2.000 mm bij 1.000 mm kunnen verwerken.
10. Het transportsysteem moet delen van 250 mm kunnen verwerken.
11. Wanneer gekozen voor een rechte transportband moet de trog van de band tussen 30° en 45° zijn.
12. Het transportsysteem moet bestand zijn tegen een maximale slaktemperatuur van 90°C .
13. Het transportsysteem moet bestand zijn tegen een zuurgraad van 12 pH.
14. Bestand tegen lange stilstanden in combinatie met zuurgraad en vocht.
15. Bestand tegen slijtage in verband met o.a. metaalglas en zand.
16. Er moet een mogelijkheid zijn tot het afstorten van slakken bij slechte kwaliteit (onverbrandt).
17. Het gehele systeem moet robuust zijn. Aandeel schroot $\approx 10\%$.
18. Er moet de mogelijkheid zijn om met een shovel en/of vrachtwagen slakken in te voeren bij de SOI
19. Er moet de mogelijkheid zijn om met een shovel of graafmachine de slakkenbunker in te gaan.
20. Architectuur passend binnen de normen van de AEB, gesteld door de architect.
21. Minimale hoogte bij wegdekpassage 5 meter.
22. Voor onderhoud en storingen moet er de mogelijkheid bestaan om eenvoudig bij het probleem te komen. Minimaal 1 bordes van minimaal 600 mm bij storingsgevoelige punten beide kanten bordessen.
23. Vluchtwegen; maximaal een afstand van 150 meter naar dichtstbijzijnde trap ook aangegeven met verlichting.

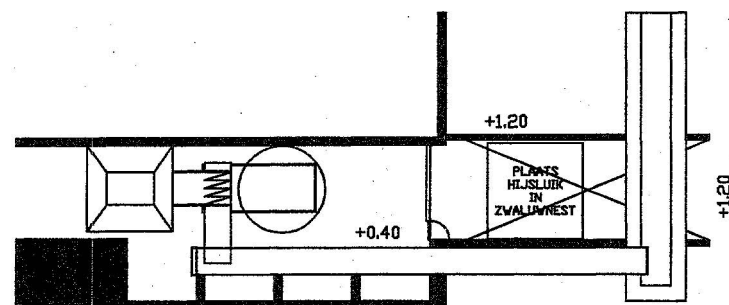


Regeltechnische eisen

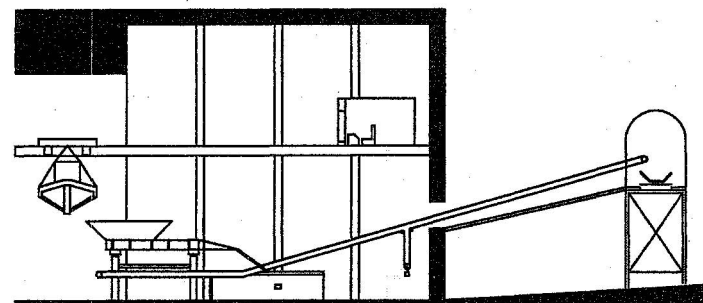
24. **Bediening/toezicht** en verantwoordelijkheid liggen in eerste instantie bij de bediening van de SOI.
25. Er dient zowel bij de slakkenkraan als bij de SOI toezicht gehouden kunnen worden op het transportsysteem.
26. Bij dwangpunten (bochten), of kruisingen is speciale bewaking vereist.
27. Bij **(nood)stop** moet het systeem vanuit elk punt weer kunnen opstarten.

Noot: Voor leveranciers komen er mogelijk nog extra eisen.



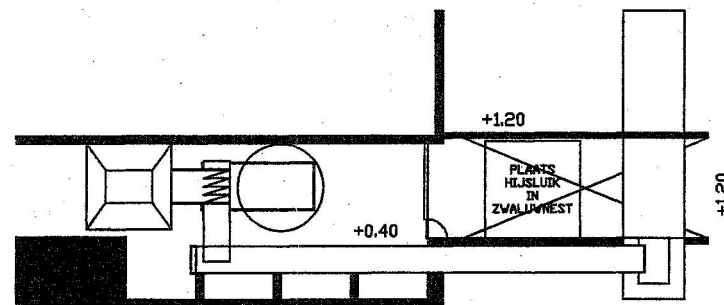


Bovenaanzicht
slakkenbunker

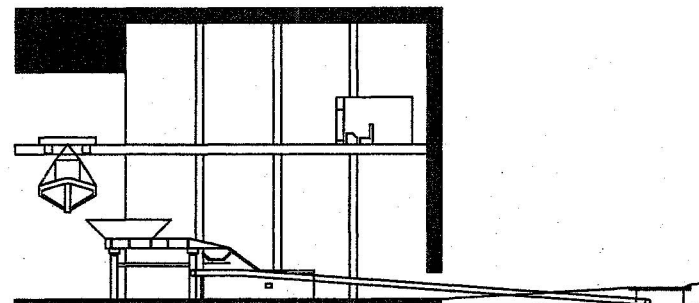


Zijaanzicht
slakkenbunker

De noordelijke route op hoogte

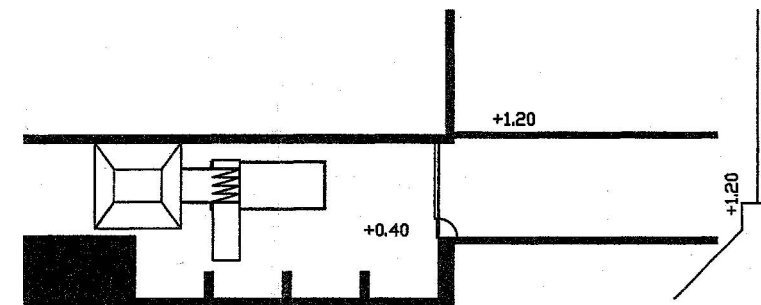


Bovenaanzicht
slakkenbunker

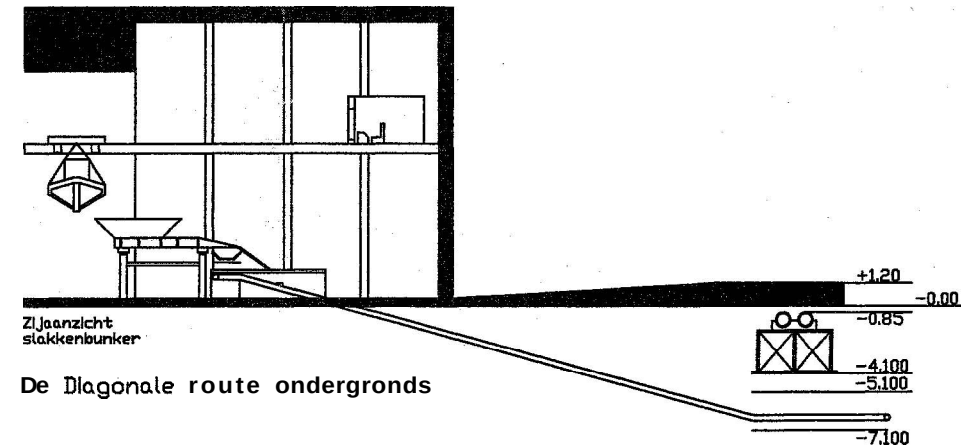


Zijaanzicht
slakkenbunker

De noordelijke route gedeeltelijk ondergronds



Bovenaanzicht
slakkenbunker

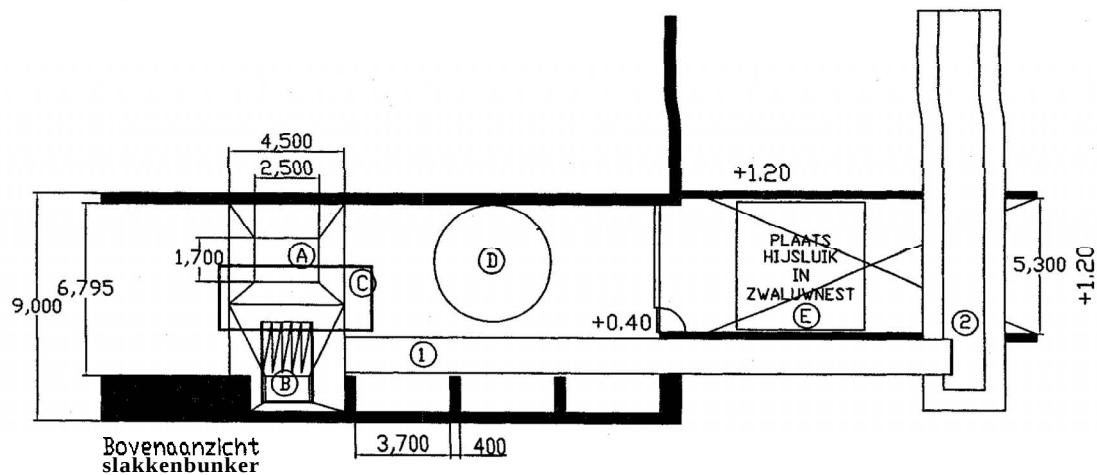


Zijaanzicht
slakkenbunker

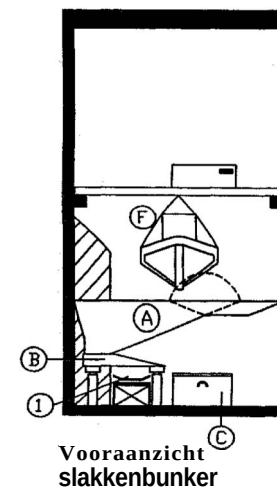
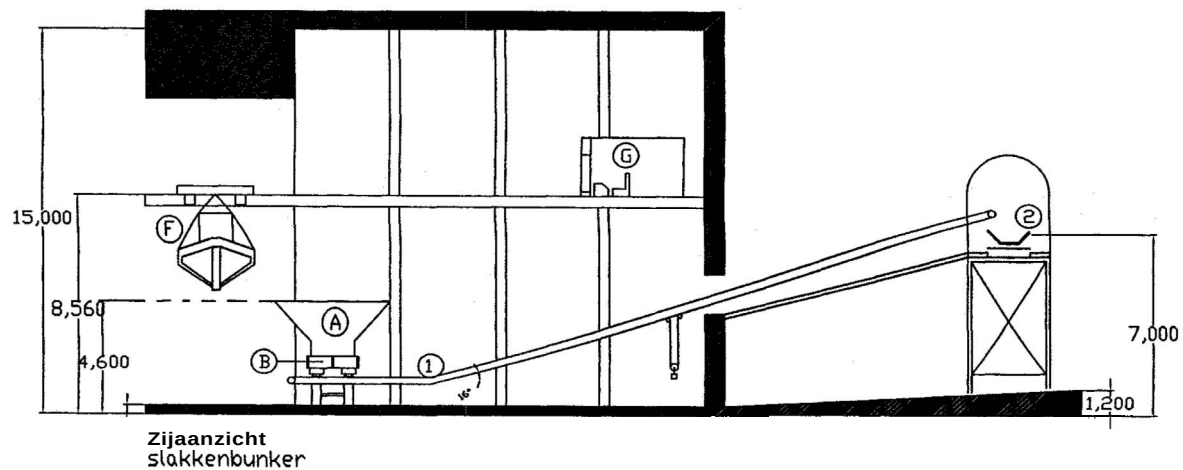
De Diagonale route ondergronds

Naam: Thijs Wagenaar Gemaakt: 24.05.05	Document: "AVI Reststoffen- transport"
Scale 1:1000	

Mogelijkheden uitvoer
slakkenbunker



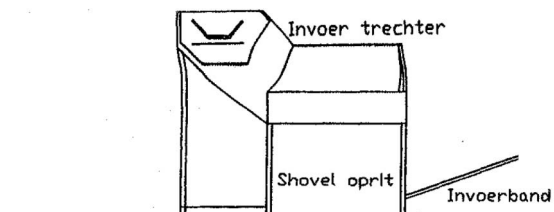
Legenda	
A	Trechter
B	Schudgoot
C	Contalner grofschroot
D	Wisselplaats slakkenkraan
E	Wisselplaats bunkerkraan
F	Slakkenkraan
G	Bedieningsruimte slakkenkraan
1	Uitvoerband
2	Transportband



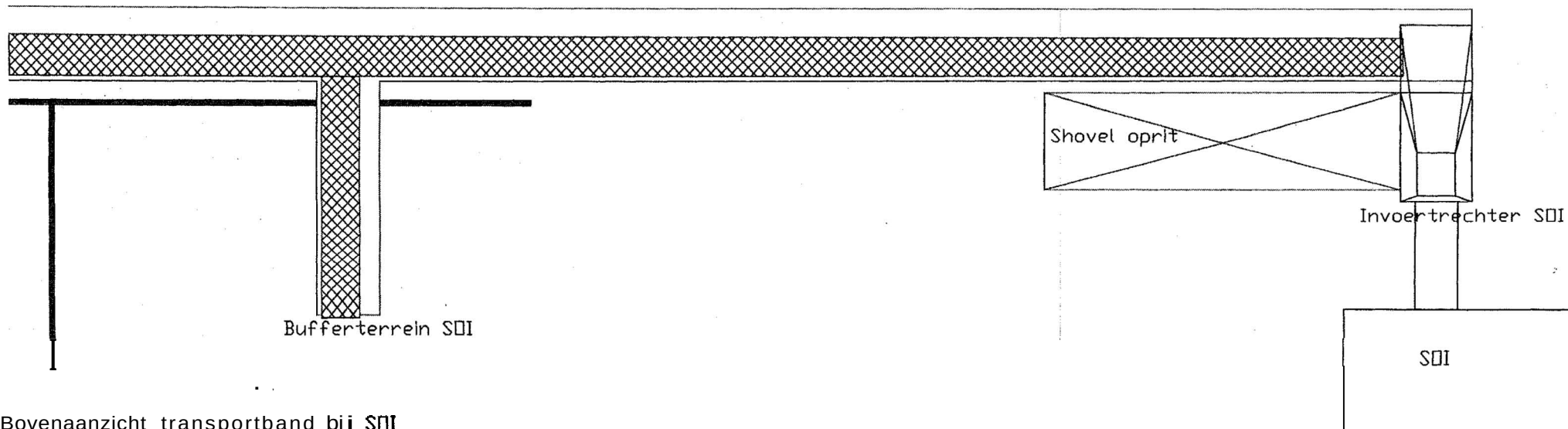
Naam: Thijs Wagenaar	
Gemaakt: 24.05.05	
Document: 'AVI Reststoffen-transport'	
Scale 1:1000	
Definitieve keuze uitvoer slakkenbunker	



Zijaanzicht afstort slakken



Vooraanzicht storttrechter S01



Bovenaanzicht transportband bij S01

Naam: Thijs Wagenaar Gemaakt: 24.05.05	Document: 'AVI Reststoffen- transport'
Scale 1:1000	Overzicht eindpunt S01

Projectplanning; AVI Reststoffentransport (globaal)

Datum: 24-05-2005

[illegible]

Bijlage 4: concept bestek

Het conceptbestek is op verzoek aan te leveren.