

Bacheloropdracht

2012

Verkeersveiligheid op de productielocatie

Een onderzoek naar het verbeteren van de verkeersveiligheid van de verschillende verkeersstromen op het terrein van AkzoNobel Salt Specialties.



AkzoNobel
Tomorrow's Answers Today

UNIVERSITEIT TWENTE.

Rayke Derksen
Universiteit Twente
20-8-2012

‘Verkeersveiligheid op de productielocatie’

Definitieve versie

Auteur:

Rayke M. Derksen
Student technische bedrijfskunde
s0190810

Opdrachtgever:

AkzoNobel Functional Chemicals: Salt Specialties
Boortorenweg 27
Postbus 25
7550 CG Hengelo OV

Begeleiders universiteit:

Dr. ir. J.M.J. Schutten
Faculteit Management&Bestuur
Vakgroep IEBIS

Dr. P.C. Schuur
Faculteit Management&Bestuur
Vakgroep IEBIS

Begeleiders extern:

Dhr. J. Heuvels
Logistiek manager Salt Specialties

Dhr. R. Bouma
Project manager Segmentation Salt Specialties

Managementsamenvatting

Op het terrein van Salt Specialties rijdt het verkeer dagelijks vele verschillende routes. Al het verkeer beweegt zich door elkaar heen in een beperkte ruimte en ondanks verscheidene veiligheidsmaatregelen komt het voor dat er ongelukken ontstaan waarbij schade ontstaat aan persoon, materiaal of product. De doelstelling van dit onderzoek is de veiligheid van de gereden routes op het terrein van Salt Specialties te vergroten. Het onderzoek richt zich dan ook op de volgende hoofdvraag:

Hoe kunnen we de veiligheid van de gereden routes op het terrein van Salt Specialties voor alle verkeersstromen vergroten?

Om deze vraag te beantwoorden analyseren we eerst de huidige situatie. In de huidige situatie zijn er 19 knelpunten door kruisend verkeer aan te wijzen. Een knelpunt door kruisend verkeer is een locatie waarbij meerdere soorten gemotoriseerd verkeer elkaar tenminste éénmaal per dag kruisen. De knelpunten zijn op te delen in 6 categorieën, waarbij de 1^e categorie het minst hinderlijk is en de 6^e categorie het meest hinderlijk. *Meerdere knelpunten door kruisend verkeer vallen nu in de meest hinderlijke categorie.* Bovendien wordt er op een aantal plaatsen achteruit gereden door vrachtverkeer om te keren. Deze plaatsen worden knelpunten door achteruitrijdend vrachtverkeer genoemd. Hiervan zijn er 3 aan te wijzen op plaatsen waar ook een knelpunt door kruisend verkeer is en twee op een plek waar geen ander verkeer is. Van de laatstgenoemden wordt dan ook geen hinder ondervonden.

De relevante verkeerskundige literatuur geeft aan dat het instellen van eenrichtingsverkeer een goede manier kan zijn voor het reguleren van de verkeersstromen over het terrein. Bij eenrichtingsverkeer wordt niet achteruitgereden of gedraaid. Een geschikte manier voor het in richten van het eenrichtingsverkeer is het gebruik van U-vormige routes. Bovendien stelt de verkeerskundige literatuur dat het kruisen van verschillende verkeerssoorten omwille van de verkeersveiligheid vervangen kan worden door het samenvoegen van verkeersstromen.

In de ideale situatie wordt er dus niet gekruist. Dit kunnen we het best benaderen door zo min mogelijk bewegingen te maken met heftrucks. Hierdoor neemt het aantal kruisingen en dus het aantal knelpunten door kruisingen sterk af. Bovendien wordt er in de ideale situatie niet achteruit gereden. Door de meeste routes U-vormig te maken wordt het achteruit rijden door vrachtverkeer voorkomen. In de U-vorm wordt slechts in één richting gereden waardoor er meer ruimte in de route ontstaat door het ontbreken van verkeer in de tegengestelde richting. Deze nieuwe U-routes kunnen op het terrein van Salt Specialties ingevoerd worden door het (ver)plaatsen van verlaadpunten. Door een extra poort in gebruik te nemen kan aan de westelijke kant van het terrein ook een U-route gecreëerd worden. De U-routes van zowel de oostelijke als westelijke richting voegen nu samen in het midden van het terrein. Door het invoeren van de U-routes nemen de knelpunten door achteruitrijdend vrachtverkeer en wordt er minder gekruist op het terrein.

Om de hoeveelheid knelpunten in de praktijk te verminderen stellen we voor de containerverlading te verplaatsen naar de Kanaalweg, het transport tussen de magazijnen te automatiseren, mengzoutsilo's te plaatsen tegen de C-silo, droogzoutsilo's te plaatsen op de plaats van de buitenopslag en vrachtwagens voor GHE het terrein op te laten gaan via poort 1,5. Als deze oplossingen worden ingevoerd zijn er geen knelpunten meer door achteruitrijdend vrachtverkeer. Er zijn nog 17 knelpunten door kruisend verkeer. Deze knelpunten door kruisend verkeer zijn wel minder hinderlijk. Er zijn namelijk geen knelpunten meer in de hoogste 2 categorieën. Wanneer we bovendien het eigen verkeer, de heftrucks, buiten beschouwing laten zijn er nog maar 2 knelpunten.

De voorstellen hoeven niet allemaal (tegelijktijd) doorgevoerd te worden. We adviseren om eerst de relatief goedkope en gemakkelijke oplossingen te implementeren. Daarna kan Salt Specialties de overige

onderdelen uitvoeren, nadat er vervolg onderzoek is gedaan naar de daadwerkelijke consequenties, kosten en aanpassingen die gedaan moeten worden voor de uitvoering van deze onderdelen. We adviseren dan ook om op korte termijn de containerverlading te verplaatsen en poort 1,5 in gebruik te nemen, op middellange termijn de transporten van magazijn A naar magazijn B en van magazijn B naar magazijn C te automatiseren en op lange termijn de silo's te (ver)plaatsen.

Voorwoord

Voor u ligt het rapport dat ik geschreven heb in het kader van mijn bacheloropdracht bij AkzoNobel Hengelo. Het beschrijft het onderzoek dat ik heb gedaan naar de veiligheid van alle verkeerssoorten op het terrein van sub-businessunit Salt Specialties.

Ik ben in aanraking gekomen met AkzoNobel, nadat ik gereageerd had op een door hen aangeboden opdracht via de stagecoördinator. Deze opdracht kon echter geen doorgang vinden, maar enige tijd later was er voor mij een andere opdracht, namelijk de opdracht waarvan u nu het rapport voor u hebt liggen.

Gedurende drie maanden ben ik ongeveer drie dagen per week bij AkzoNobel geweest. Ik heb bij verschillende mensen op kantoor mogen zitten en heb daardoor veel van het bedrijf gezien. De prettige, collegiale en ontspannen sfeer, maakte dit voor mij tot een plezierige werkplek. Ik heb genoten van het feit dat ik door het vaak verplaatsen van kantoor een kijkje in de keuken heb mogen nemen bij verschillende afdelingen. Alle collega's zijn zeer open geweest waardoor ik een goed beeld gekregen heb van de werkzaamheden die de verschillende collega's uitvoeren.

Na het beëindigen van de daadwerkelijk stage (en de bijbehorende presentatie), moest ik hard aan de slag om mijn laatste bachelorvakken te halen. Nadat de tentamens achter de rug waren, was het tijd om het rapport te completeren. Inmiddels blijkt dat ik alle tentamens van de bachelor heb afgesloten en zodoende is dit rapport daadwerkelijk de laatste opdracht van mijn bachelorstudie. Dat maakt het natuurlijk extra spannend om het rapport af te ronden.

Ik wil langs deze weg een paar mensen bedanken. Ten eerste dank ik de collega's bij AkzoNobel en in het bijzonder de collega's die mij wegwijs hebben gemaakt en de collega's die hun kantoor met mij hebben willen delen. Ik heb mij drie maanden lang buitengewoon welkom gevoeld. De collega's waar ik vaak de lunchpauze mee door bracht of die zomaar eens kwamen buurten hebben dit gevoel versterkt. Ten tweede dank ik mijn begeleider van de UT, Marco Schutten. Ik ken niemand die in zo'n korte tijd zo aandachtig een tussenverslag kon becommentariëren en ik heb het erg gewaardeerd dat hij bij AkzoNobel langs is geweest om de situatie met eigen ogen te bekijken. Ook dank ik Peter Schuur die als 2^e begeleider mijn rapport leest en becommentarieert. Vervolgens dank ik ook mijn vriend, familie en vrienden voor de mentale support en de steun bij het voor mijn doen toch echt wel erg vroege opstaan. Maar last but not least heel veel dank aan mijn begeleiders bij AkzoNobel, Jan Heuvels en Robert Bouma. Beide heren hebben mij met raad en daad bijgestaan en als ik het even niet meer wist dan kwam één van hen altijd met een goed idee. Robert heeft mij heel veel geleerd als het aankomt op PowerPointpresentaties. Ik wist niet dat je daar zulke leuke dingen mee kon. Bij Jan heb ik vaak op kantoor mogen zitten. Verder heeft hij me zeer enthousiast gekregen (of gehouden, het is maar hoe je dat wilt zien) voor de logistiek, me zeer veel vertrouwen gegeven, er voor gezorgd dat ik overal en altijd terecht kon bij zowel hem als de andere collega's en bovendien laten zien dat een werkdag zonder humor, geen echte werkdag is.

Rest mij niets anders dan u veel plezier te wensen met het lezen van dit rapport.

Rayke Derksen

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting.....	iii
Voorwoord.....	v
Hoofdstuk 1: Inleiding en plan van aanpak.....	1
1.1 Hoofdvraag en onderzoeksvragen.....	1
1.2 Afbakening.....	2
1.3 Plan van aanpak.....	2
Hoofdstuk 2: Huidige situatie.....	3
2.1 Huidige situatie: terrein en routes.....	3
2.1.1 Plattegrond locatie Hengelo.....	3
2.1.2 Plattegrond wachtplaatsen verkeer.....	5
2.1.3 Route vrachtwagens 'verpakt'.....	6
2.1.4 Route wegzout Bulk.....	7
2.1.5 Route siloauto's droogzout.....	8
2.1.6 Route mengzoutauto's.....	9
2.1.7 Route vrachtwagens grondstoffen, hulpstoffen en emballage.....	10
2.1.8 Route containerauto.....	11
2.1.9 Routes heftrucks en shovel.....	12
2.1.10 Samenvattend: rijrichtingen verkeer.....	13
2.2 Knelpunt door kruisend verkeer.....	14
2.3 Knelpunt door achteruitrijdend vrachtverkeer.....	15
2.4 Knelpunten in huidige situatie.....	15
2.5 Probleemanalyse.....	16
2.6 Conclusie.....	17
Hoofdstuk 3: Literatuur.....	17
3.1 Methodologische literatuur.....	17
3.2 Logistieke literatuur.....	19
3.3 Verkeerskundige literatuur.....	21
3.4 Conclusie.....	22
Hoofdstuk 4: Mogelijke oplossingen.....	22
4.1 Randvoorwaarden.....	22
4.2 Criteria.....	24
4.3 De ideale situatie.....	24
4.4 Oplossing.....	24

4.4.1 Onderdeel 1: verplaatsen van de container verlading	25
4.4.2 Onderdeel 2: automatisch pallet transport magazijn A naar magazijn B	26
4.4.3 Onderdeel 3: automatisch pallettransport magazijn B naar magazijn C	27
4.4.4 Onderdeel 4: Extra silo's voor droogzout bij buitenopslag	28
4.4.5 Onderdeel 5: Plaatsen silo's voor mengzout tegen C-silo	28
4.4.6 Onderdeel 6: Gebruiken poort 1,5 voor U-vormige routes	29
4.5 Resultaten	30
4.5.1 Verbeteringen verkeersveiligheid	30
4.5.2 Criteria en randvoorwaarden	33
4.6 Implementatieadvies	33
Hoofdstuk 5: Conclusie, discussie en aanbevelingen	34
5.1 Conclusie	34
5.2 Discussie	35
5.3 Aanbevelingen	35
5.3.1 Aanbevelingen voor verder onderzoek	36
5.3.2 Algemene aanbevelingen	36
Bibliografie	38
Bijlagen	39
Bijlage 1	39
Bijlage 2	39
Eerste idee	39
Tweede idee	40
Appendix	b
Figuur 1A Plattegrond locatie Hengelo	b
Figuur 1B Gesimplificeerde versie plattegrond locatie Hengelo	c
Figuur 2 Wachtplaatsen verkeer	d
Figuur 3 Route vrachtwagens 'verpakt'	e
Figuur 4 Route gereden door vrachtwagens die wegenzout komen halen	f
Figuur 5 Route siloauto's droogzout	g
Figuur 6 Route mengzoutauto's	h
Figuur 7 Route vrachtwagens grondstoffen, hulpstoffen en emballage	i
Figuur 8 Route containerauto	j
Figuur 9 Route heftrucks en shovel	k
Figuur 10 Rijrichtingen op het terrein	l

Hoofdstuk 1: Inleiding en plan van aanpak

AkzoNobel Salt Specialties (hierna: Salt Specialties) is een onderdeel van chemieconcern AkzoNobel. Salt Specialties is een sub-businessunit (hierna sBU) van AkzoNobel Functional Chemicals. Salt Specialties is verdeeld over meerdere locaties, waaronder locatie Hengelo. Op de AkzoNobel locatie Hengelo bevinden zich drie fabrieken: een zoutproductiebedrijf: Bulk, Salt Specialties en een energiebedrijf Salinco (AkzoNobel). Salt Specialties verpakt en verwerkt hier zout dat 'geproduceerd' wordt door Bulk, een sBU van AkzoNobel Industrial Chemicals.

De verschillende onderdelen van AkzoNobel bevinden zich op hetzelfde terrein, maar vallen onder verschillende businessunits en dus onder verschillend management. De gebouwen die zich op het terrein bevinden zijn niet in één fase gebouwd, maar er is in de loop der jaren steeds bijgebouwd. Hierdoor bevinden de gebouwen van de drie onderdelen zich niet ieder op hun eigen deel van het terrein. Vooral de kantoorgebouwen, productielocaties en opslaglocaties van Bulk en Salt Specialties staan door elkaar op het terrein.

Bij elk van de drie onderdelen is veel verkeer te vinden. Zo worden er bij Salt Specialties grondstoffen geleverd, wordt er emballage gebracht en opgehaald, komen er siloauto's voor meng- en droogzouten, komen er vrachtwagens om verpakte zoutproducten te halen, rijdt er een containerauto en er rijden heftrucks af en aan om producten in de magazijnen te zetten of producten naar de vrachtwagens te brengen. Bulk verlaadt op hetzelfde terrein wegzout. Verder verplaatsen werknemers zich nog te voet of per fiets, rijden er auto's van contractoren en wordt er wekelijks een trein verladen.

Al het verkeer beweegt zich door elkaar heen in een beperkte ruimte en ondanks verschillende veiligheidsmaatregelen komt het voor dat er ongelukken ontstaan waarbij schade ontstaat aan persoon, materiaal of product.

De doelstelling van dit onderzoek is de veiligheid van de gereden routes op het terrein van Salt Specialties te vergroten.

Paragraaf 1.1 behandelt de hoofd- en onderzoeksvragen van het onderzoek naar de verkeersveiligheid op het terrein. Paragraaf 1.2 laat zien hoe het onderzoek is afgebakend en paragraaf 1.3 bespreekt het plan van aanpak over hoe we het onderzoek en rapport vormgeven.

1.1 Hoofdvraag en onderzoeksvragen

Deze paragraaf begint met de hoofdvraag om deze vervolgens op te delen in kleinere onderzoeksvragen. De onderzoeksvragen splitsen we in subvragen.

Hoofdvraag

Hoe kunnen we de veiligheid van de gereden routes op het terrein van Salt Specialties voor alle verkeersstromen vergroten?

Onderzoeksvragen en subvragen

Onderzoeksvraag 1: Wat is de huidige verkeerssituatie op het terrein van Salt Specialties?

- Hoe zien de verkeerssituatie en routes er nu uit?
- Wat is voor Salt Specialties een knelpunt?
- Waar zijn momenteel knelpunten?
- Hoe kunnen we gradaties aanbrengen in de knelpunten?
- Wat zijn de oorzaken van het probleem en hoe zijn deze met elkaar verweven?

Onderzoeksvraag 2: Wat zegt de literatuur over verkeersstromen, verkeersveiligheid en methodologie?

- Wat zegt de literatuur over routes in logistiek?
- Wat zegt de literatuur over verkeersveiligheid?
- Wat zegt de literatuur over methodologisch zoeken naar een oplossing?

Onderzoeksvraag 3: Op welke manier kan de ideale situatie het best benaderd worden?

- Aan welke voorwaarden moet de oplossing voldoen?
- Op welke criteria wordt de oplossing door Salt Specialties beoordeeld?
- Wat is de ideale situatie voor Salt Specialties als er geen randvoorwaarden zouden zijn?
- Wat zijn de mogelijkheden om de hoeveel knelpunten te verminderen?

1.2 Afbakening

Het onderzoek beperkt zich tot een logistieke oplossing. Verder laten we het verkeer dat zich minder dan één keer per week over het terrein beweegt buiten beschouwing. De reden voor deze beperking is te vinden in hoofdstuk 2, paragraaf 2.6.

In principe gaan we er vanuit dat Bulk bereid is mee te werken aan een oplossing, mits de veranderingen voor hen geen efficiëntieverlies oplevert (er moeten evenveel vrachtwagens per dag verladen kunnen worden). We gaan hiervan uit omdat ook Bulk bezig is met het verbeteren van het transport op de locatie. De Bakker heeft in opdracht van Bulk een rapport opgesteld met als voornaamste doelstelling het verbeteren van de doorstroming, maar ook het verbeteren van de veiligheid. Het rapport van de Bakker spitst zich toe op de verkeersstromen van Bulk en niet van Salt Specialties. Ook beschrijft het rapport van de Bakker een groter terrein dan het terrein dat in dit rapport besproken wordt (de Bakker, 2011).

Het resultaat van dit onderzoek is een rapport met een uitgebreide analyse van de huidige situatie, een serie voorstellen om de verkeersveiligheid te verbeteren en een lijst met aanbevelingen over hoe Salt Specialties deze voorstellen kan implementeren. Dit onderzoek richt zich specifiek op de verkeersveiligheid van Salt Specialties. Voor het verbeteren van de doorstroming en de verkeerssituatie van Bulk verwijzen we naar het rapport van de Bakker (de Bakker, 2011).

1.3 Plan van aanpak

Het onderzoek bestaat uit het beantwoorden van de verschillende onderzoeksvragen om zo een antwoord te geven op de hoofdvraag. De hierop volgende hoofdstukken behandelen de verschillende onderzoeksvragen.

Hoofdstuk 2 beantwoordt de 1^e onderzoeksvraag. Dit hoofdstuk beschrijft de huidige verkeerssituatie op het terrein van Salt Specialties. Hiertoe bestuderen we het terrein grondig en brengen de huidige verkeerssituatie in kaart door middel van plattegronden. Bovendien definiëren we knelpunten en we lokaliseren deze knelpunten in de huidige verkeerssituatie.

Hoofdstuk 3 beantwoordt de 2^e onderzoeksvraag. Dit hoofdstuk bevat een overzicht van de relevante literatuur voor dit onderzoek.

Hoofdstuk 4 beantwoordt de 3^e onderzoeksvraag. Dit hoofdstuk bevat een voorstel om de hoeveelheid knelpunten te verminderen en zo de verkeersveiligheid te vergroten. Ten eerste stellen we met behulp van een brainwritingsessie een lijst met randvoorwaarden waaraan de voorstellen moeten voldoen en een lijst met criteria waarop Salt Specialties de voorstellen beoordeelt op. Ten tweede bespreken we verschillende voorstellen met de logistiek manager en andere medewerkers die dagelijks met de verkeerssituatie in aanraking komen. Zo komen we tot een aantal definitieve voorstellen ter verbetering van de verkeersveiligheid.

We sluiten het onderzoek af (en daarmee het rapport) met conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 5.

Hoofdstuk 2: Huidige situatie

Dit hoofdstuk beantwoordt de eerste onderzoeksvraag, namelijk: 'Wat is de huidige verkeerssituatie op het terrein van Salt Specialties?'. Het begint in paragraaf 2.1 met een algemene plattegrond van de locatie. Dan volgen in diezelfde paragraaf de plattegronden met daarin de verschillende routes die in de huidige situatie gereden worden. Vervolgens geven paragraaf 2.2 en 2.3 definities van een knelpunt in een route en een manier om gradaties aan te brengen in zo'n knelpunt. Paragraaf 2.4 past de definitie van een knelpunt toe op de gereden routes om zo de knelpunten in de huidige routes te markeren. Paragraaf 2.5 bevat een presentatie van de oorzaken en gevolgen van de huidige verkeerssituatie. Tenslotte eindigt dit hoofdstuk met paragraaf 2.6 met daarin een antwoord op de eerste onderzoeksvraag, de conclusie van dit hoofdstuk.

2.1 Huidige situatie: terrein en routes.

Deze paragraaf behandelt de routes, die de verschillende verkeersstromen vormen op het terrein. Paragraaf 2.2.1 laat eerst een algemene plattegrond zien van het terrein. In 2.1.2 volgt een plattegrond met daarop de laadplaatsen van de vrachtwagens en de opstelplaatsen binnen en buiten het terrein voor deze vrachtwagens. Paragrafen 2.1.3 tot en met 2.1.9 bevatten plattegronden met de verschillende routes die op dit moment gereden worden. Bovendien geven deze paragrafen tekstuele uitleg over de routes. Paragraaf 2.1.10 bevat tenslotte een overzichtsplattegrond waarin de rijrichtingen op het terrein zijn aangegeven.

Momenteel zijn de routes gebaseerd op de kleinst mogelijke rijtijden (Akzo Nobel) naar de opslagplaats van de benodigde goederen, gewoonten van heftruckchauffeurs en de algemene verkeerswet. Vrachtwagens worden door een lokettist aan een heftruckchauffeur toegewezen en de heftruckchauffeur wijst de vrachtwagenchauffeur vervolgens de laadplek en dus de route daar naartoe. Het verkeer kan zowel via poort 2 als poort 3 (zie figuur 1A/1B) het terrein opkomen. Het terrein wordt echter altijd bij poort 2 (loket) verlaten om de benodigde papieren in orde te brengen.

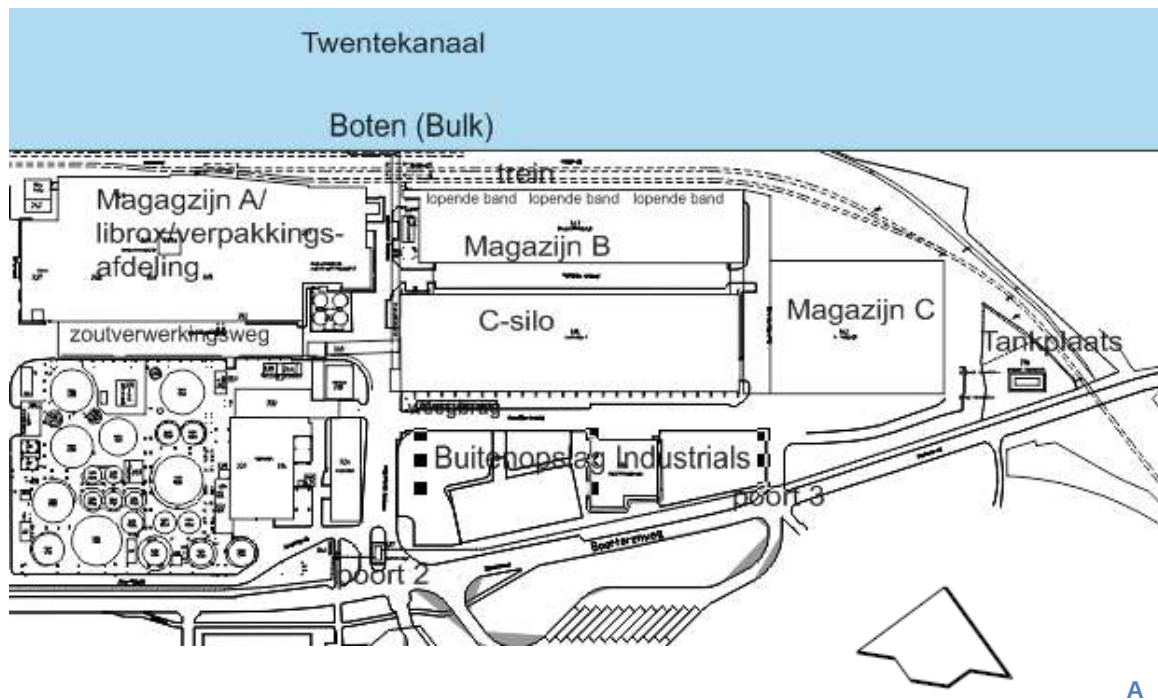
Na elke route in de hierop volgende paragrafen staat na de uitleg over de route een indicatie van de gebruiksintensiteit van de route. De logistiek manager heeft deze cijfers vertrekt. Alle figuren zijn groter opgenomen in een appendix aan het einde van dit rapport.

2.1.1 Plattegrond locatie Hengelo

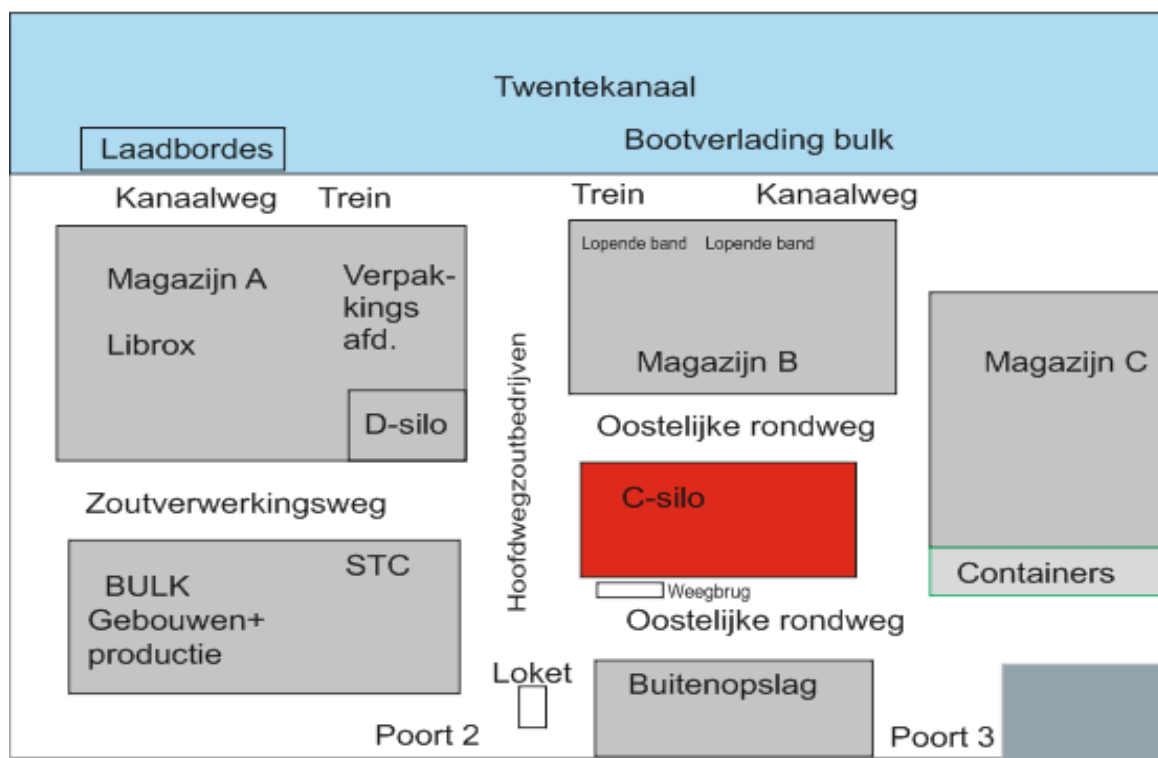
Deze paragraaf bevat een plattegrond van het relevante deel van de locatie Hengelo. Het terrein is in werkelijkheid groter, maar hier komt geen verkeer van Specialties. Het is ook niet mogelijk dit terrein te gebruiken, omdat het in gebruik is door Bulk en Salinco.

Figuur 1A is een plattegrond op schaal met alle details die op de locatie aanwezig zijn. Deze plattegrond is echter zo gedetailleerd, dat de routes hierin niet leesbaar zijn. Figuur 1B is daarom een gesimplificeerde representatie van de werkelijkheid. Deze kaart is beter leesbaar, maar niet op schaal. STC is een afkorting voor het Salt Trade Center. Dit is het kantoor waar de marketingafdeling en de salesafdeling zich bevinden. De pijl in figuur 1A geeft het noorden aan. Omwille van de overzichtelijkheid is deze pijl niet opgenomen in alle figuren.

We presenteren deze overzichtsplattegronden om te voorkomen dat alle hierop volgende figuren onleesbaar worden door een grote hoeveelheid algemene informatie.



A

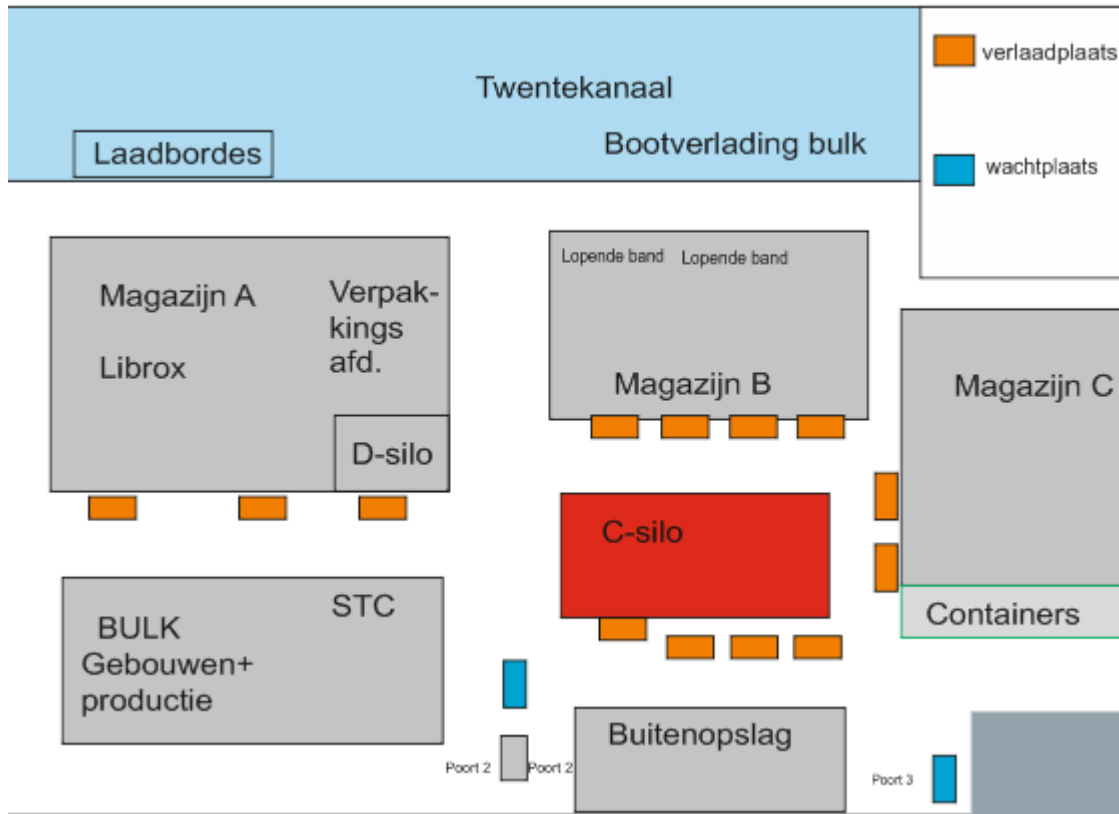


B

Figuur 1 Werkelijke plattegrond locatie Hengelo (A) Gesimplificeerde representatie van het terrein (B)

2.1.2 Plattegrond wachtplaatsen verkeer

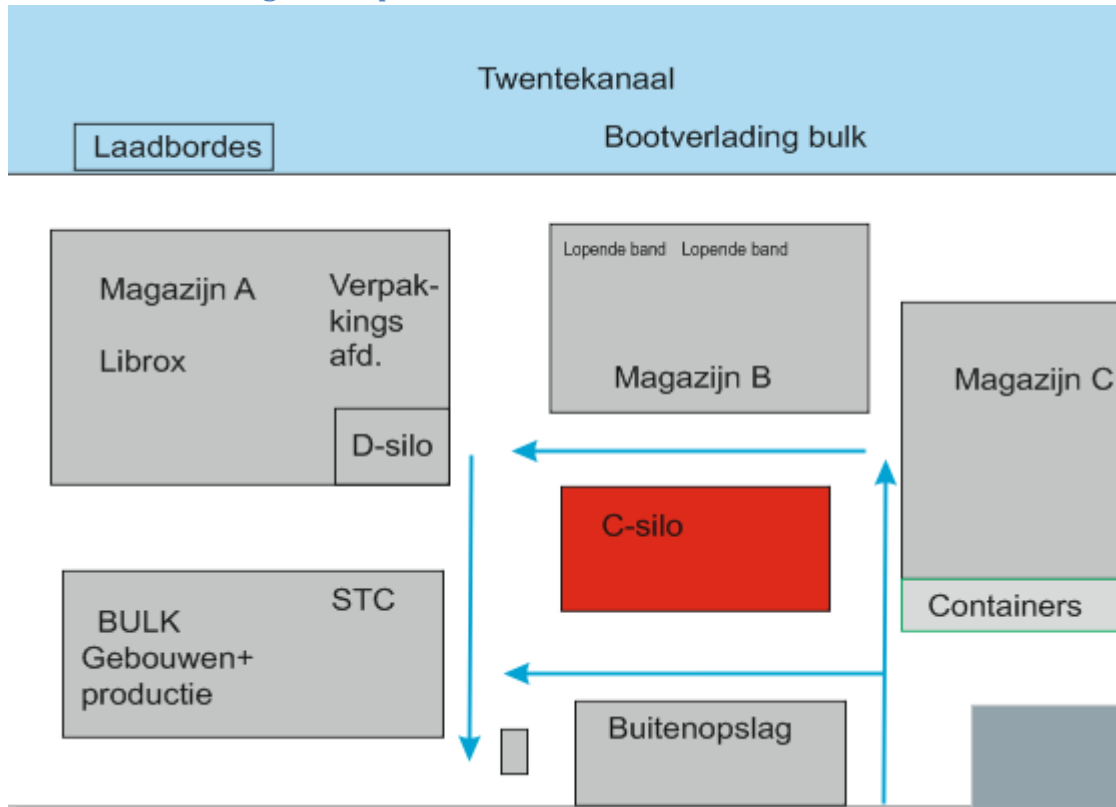
Figuur 2 laat de wachtplaatsen voor het verkeer zien. Deze figuur voorkomt dat op elke hierop volgende plattegrond alle wachtplaatsen aangegeven moeten worden.



Figuur 2 Wachtplaatsen verkeer

Op het terrein bevinden zich enkele plaatsen waar vrachtverkeer stil kan staan. Figuur 2 laat zien waar deze plaatsen zich bevinden door middel van blauwe en oranje rechthoeken. Voor de eerstvolgende vrachtwagen die aan de beurt is om te worden beladen is er een opstelplaats bij poort 3. De blauwe rechthoek bij het loket (poort 2) is eveneens een opstelplaats, maar dan voor vrachtwagens waarvan de chauffeurs het terrein willen verlaten en zich daartoe moeten afmelden bij het loket. De oranje rechthoeken zijn de verlaadplaatsen voor de vrachtwagens.

2.1.3 Route vrachtwagens 'verpakt'

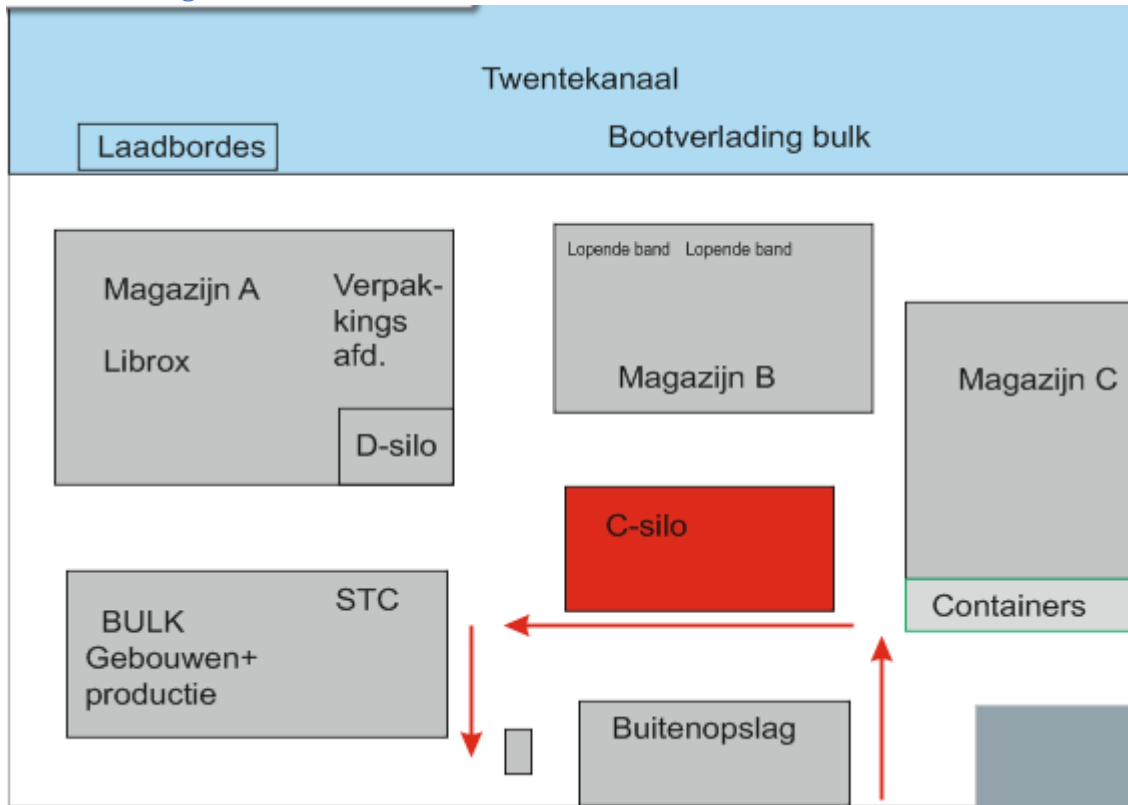


Figuur 3 Route vrachtwagens 'verpakt'

Figuur 3 toont de route van de vrachtwagens 'verpakt'. Wanneer de vrachtwagen aan de beurt is, rijdt de vrachtwagen door poort 3 naar de opstelplaats binnen de poort. Hier wordt de vrachtwagenchauffeur opgewacht door een heftruckchauffeur die de vrachtwagenchauffeur de route wijst naar een laadplaats. Indien de vrachtwagen voornamelijk industriële goederen komt halen zal de vrachtwagen direct linksaf slaan en één van de drie laadplaatsen aangewezen krijgen. Indien vrachtwagen goederen nodig heeft die binnen opgeslagen zijn, dan rijdt de vrachtwagen rechtdoor naar één van de vijf laadplaatsen in de langere route langs magazijn B en magazijn C. Nadat de vrachtwagen geladen is, rijdt de vrachtwagen via poort 2 (na afmelding aan loket) de openbare weg op en vervolgt zijn weg. In de gehele route wordt alleen maar vooruit gereden.

De eerstgenoemde, korte route wordt per dag gemiddeld 15 keer gereden. De tweede, langere route wordt per dag gemiddeld 45 keer gereden.

2.1.4 Route wegzout Bulk

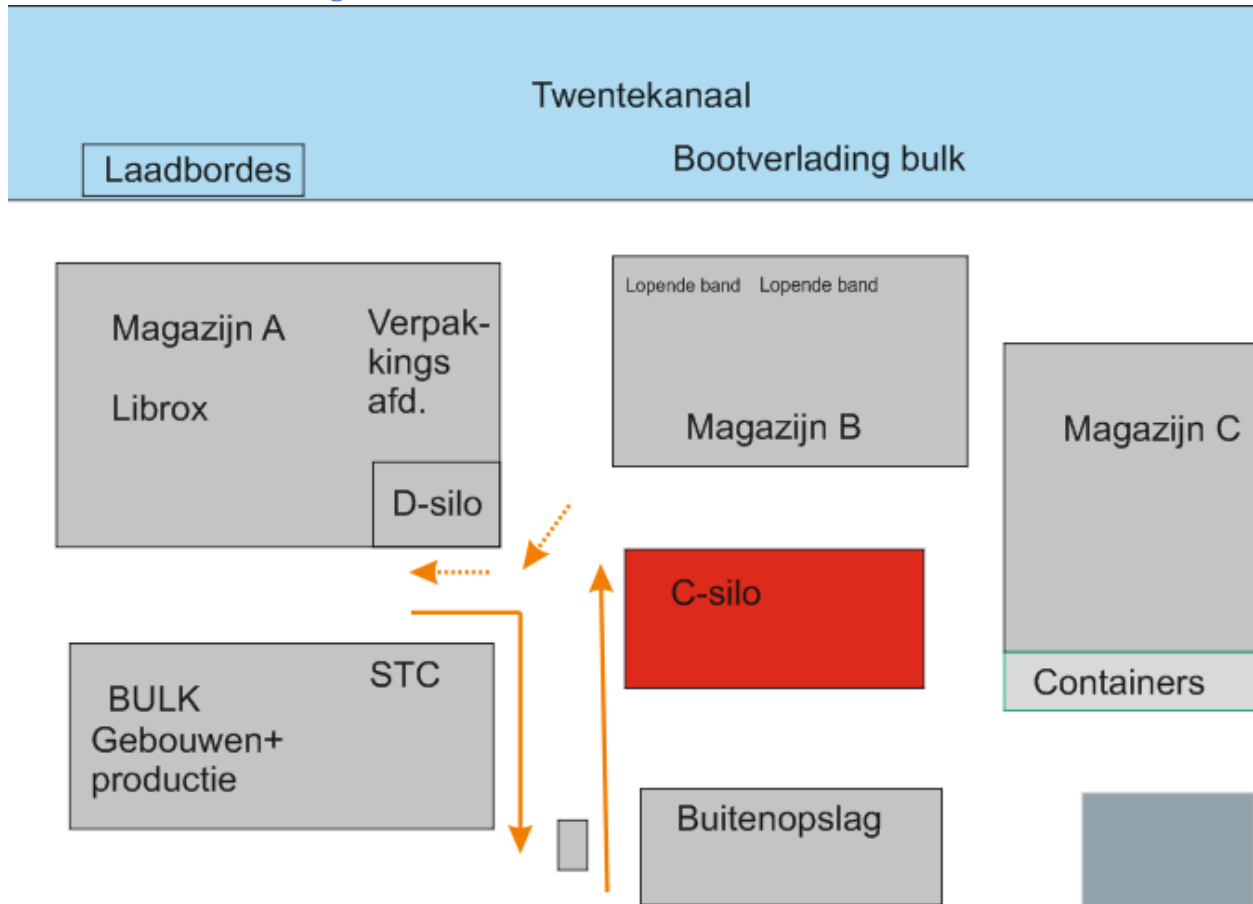


Figuur 4 Route gereden door vrachtwagens die wegzout komen halen

Figuur 4 laat de route die een vrachtwagen rijdt als deze wegzout komen halen bij Bulk zien. De vrachtwagen rijdt via poort 3 naar binnen en rijdt dan door naar de laadplaats (weegbrug) voor wegzout. De vrachtwagen wordt vol gestort en zowel voortijds als natijds gewogen. Na afmelding bij het loket rijdt de vrachtwagen de openbare weg op en vervolgt zijn weg. De vrachtwagen rijdt de gehele route vooruit.

Deze intensiteit waarmee deze route gereden wordt, is sterk afhankelijk van het weer en de seizoenen. In de lente, zomer en herfst wordt deze route gemiddeld één keer per week gereden. Gedurende het winterseizoen wordt de route afhankelijk van de weersomstandigheden echter 10 tot 100 keer per dag gereden. Als Rijkswaterstaat bijvoorbeeld besluit dat het nodig is om strooiwagens in te zetten op de Nederlandse wegen, dan is de vraag naar wegzout erg groot. De intensiteit van 100 keer per dag wordt gemiddeld eens per 5 jaar gehaald gedurende 1 tot 2 weken. De intensiteit van 10 keer per dag wordt gemiddeld jaarlijks gehaald gedurende 2 tot 4 weken. Voor het onderzoek gaan we uit van een intensiteit van 10, zodat we de gemiddelde verkeerssituatie in de winter meenemen in het verbeteren van de veiligheid van het terrein.

2.1.5 Route siloauto's droogzout

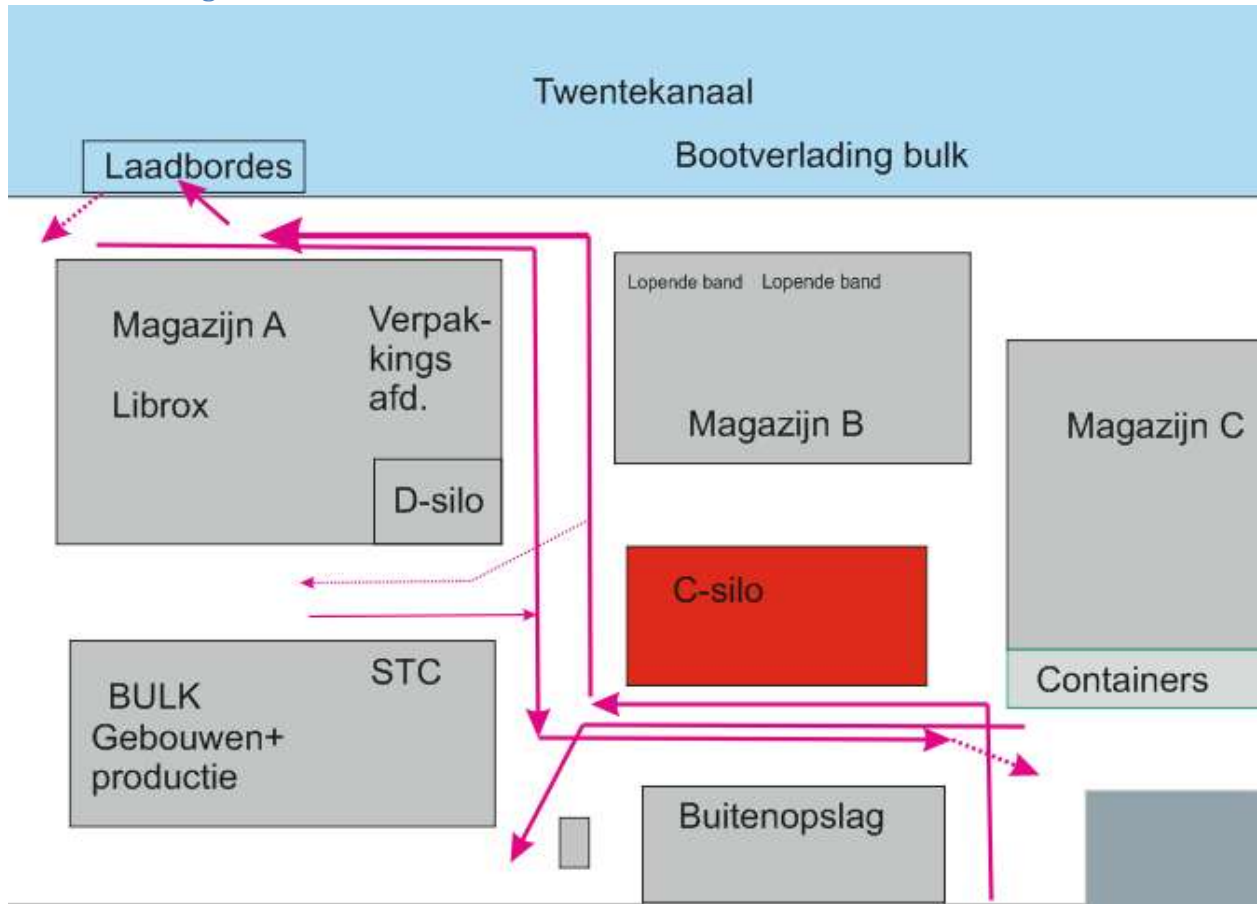


Figuur 5 Route siloauto's droogzout

Figuur 5 is een plattegrond van de route die siloauto's voor droogzout rijden. Wanneer de siloauto aan de beurt is om geladen te worden, stelt hij zich op de opstelplaats bij poort 2 en vervolgens rijdt de auto rechtdoor. De siloauto steekt achteruit onder de laadpijp van de D-silo en wordt geladen. Vervolgens rijdt de siloauto vooruit verder om na afmelding bij het loket via poort 2 het terrein te verlaten en zijn weg te vervolgen.

Deze route wordt per dag gemiddeld 20 keer gereden.

2.1.6 Route mengzoutauto's

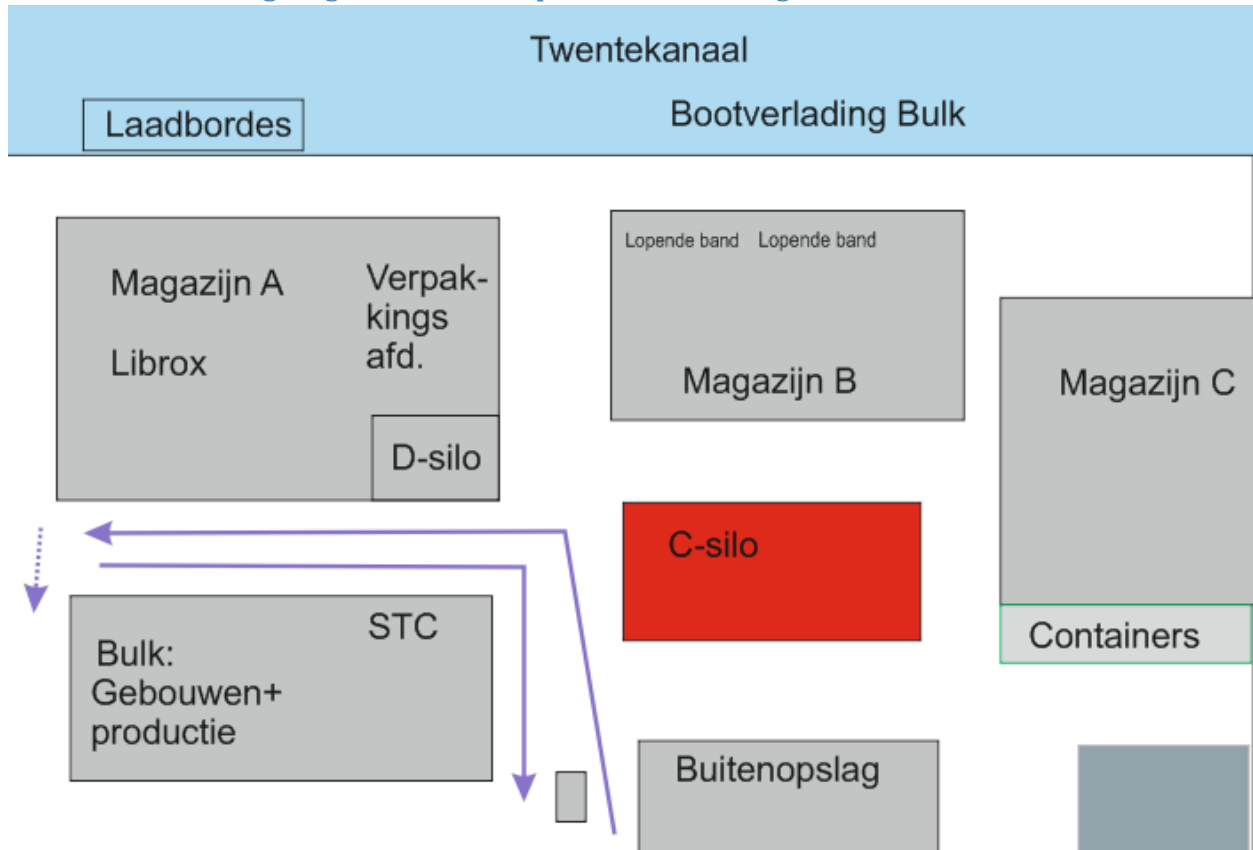


Figuur 6 Route mengzoutauto's

Figuur 6 is een plattegrond met de routes voor de mengzoutauto's. Er zijn 2 plaatsen op het terrein waar mengzout verladen kan worden, namelijk aan de uiterste noordzijde (de noordzijde is de kanaalzijde, zie figuur 1A) van het terrein en ten zuiden van magazijn A. De routes naar deze verlaadpunten beginnen beide bij poort 3, waar de mengzoutauto het terrein opgaat. De route naar de kanaalzijde van het terrein is als volgt: de mengzoutauto rijdt vanaf poort 3 linksaf over de weegbrug, om vervolgens rechtsaf te slaan naar Hoofdweg zoutbedrijven. Daar rijdt de vrachtwagen net zo lang recht door tot hij linksaf de Kanaalweg op kan slaan. De mengzoutauto keert op het laadbordes en gaat vervolgens onder het mengzout-laadpunt staan. Nadat de auto is volgeladen rijdt de auto terug naar de weegbrug, waarvoor de auto eerst moet draaien. Als de auto is gewogen, rijdt de auto naar poort 2. De route naar het laadpunt ten zuiden van magazijn A gaat als volgt (de dunne pijlen in de plattegrond geven deze route aan): de auto rijdt nadat hij over de weegbrug is geweest en linksaf is geslagen naar de Hoofdweg zoutbedrijven iets voorbij de Zoutverwerkingsweg en maakt dan vervolgens achteruit de bocht naar de Zoutverwerkingsweg om daar onder het laadpunt te gaan staan. De mengzoutauto rijdt wanneer hij is volgeladen naar de weegbrug, waarvoor de auto moet draaien op de Oostelijke rondweg. Als de auto is gewogen rijdt hij vooruit naar poort 2.

De eerstgenoemde, kanaalzijde route wordt dagelijks gemiddeld 4 keer gereden. De tweede route is een reserveroute en wordt slechts sporadisch gereden. Deze route wordt daarom gemiddeld dagelijks geen enkele keer gereden.

2.1.7 Route vrachtwagens grondstoffen, hulpstoffen en emballage

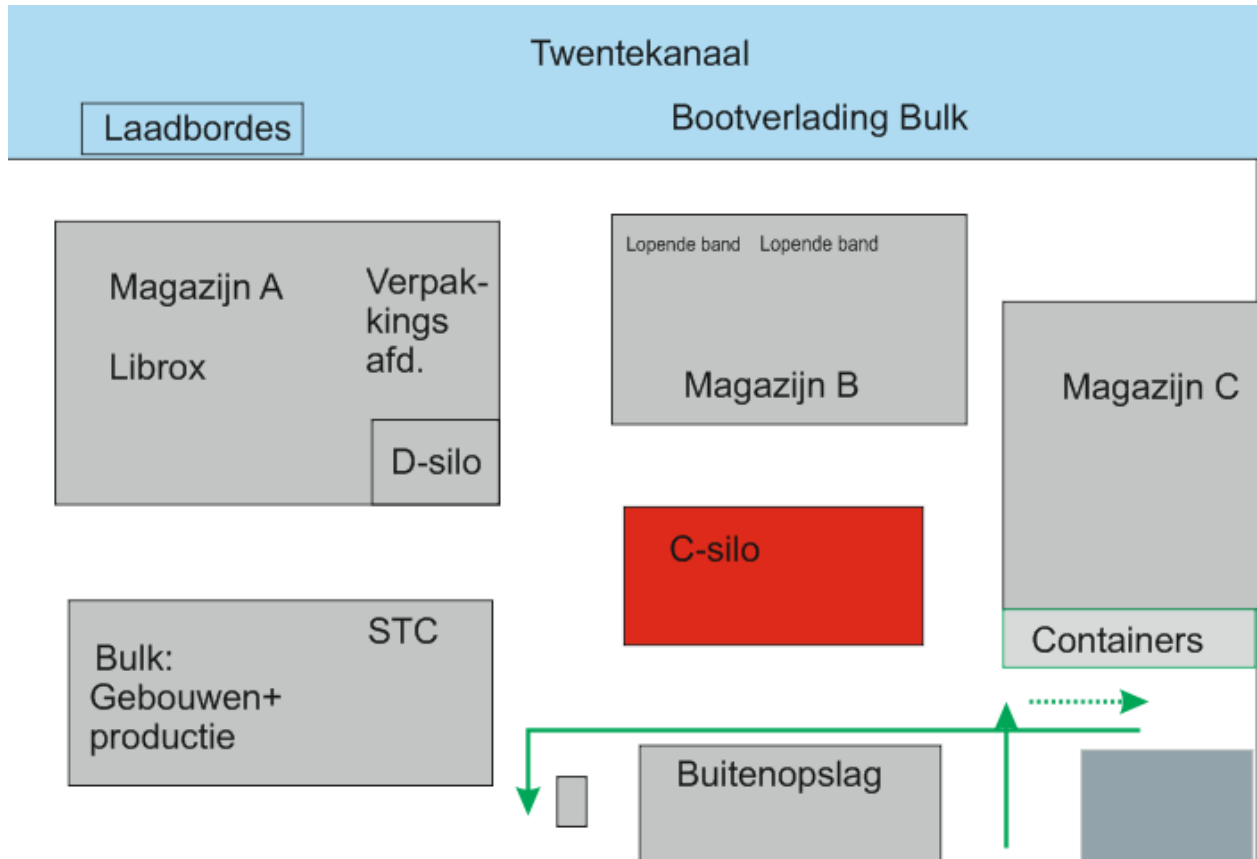


Figuur 7 Route vrachtwagens grondstoffen, hulpstoffen en emballage

Figuur 7 geeft de route van vrachtwagens met grondstoffen, hulpstoffen en emballage (vanaf nu: GHE) weer. Deze vrachtwagens rijden via poort 2 naar binnen. Ze slaan linksaf de Zoutverwerkingsweg in en lossen. Ze rijden door om vervolgens te draaien. Hierna rijden ze precies terug zoals ze ook aangekomen zijn en verlaten het terrein dus via poort 2.

Deze route wordt gemiddeld 5 keer per dag gereden.

2.1.8 Route containerauto

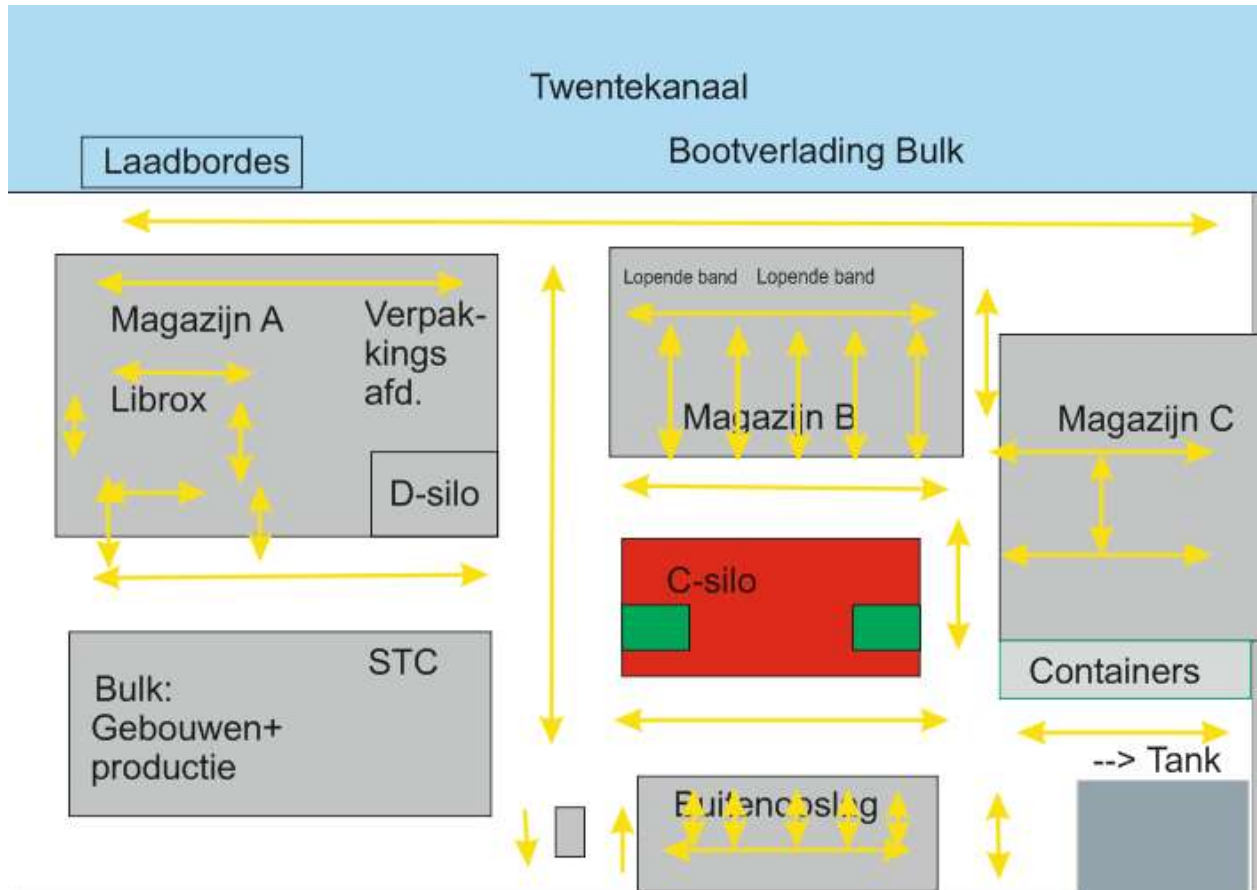


Figuur 8 Route containerauto

Figuur 8 laat de route van de containerauto zien. De containerauto komt gevulde containers halen. Deze staan ten zuiden van magazijn C en worden gedurende de dag gevuld door heftrucks met verpakte producten. De containerauto komt binnen via poort 3 en rijdt dan achteruit naar de container die meegenomen moet worden. De containerauto gaat naast de container staan en takelt deze op zijn onderstel. Vervolgens rijdt de containerauto met de container via poort 2 de openbare weg op en rijdt naar 'Container Terminal Twente', verderop in de straat. Wanneer de container daar afgeleverd is, komt de containerauto de volgende container halen.

Er worden per dag ongeveer 12 containers gevuld. Deze route wordt daarom per dag gemiddeld 12 keer gereden.

2.1.9 Routes heftrucks en shovel



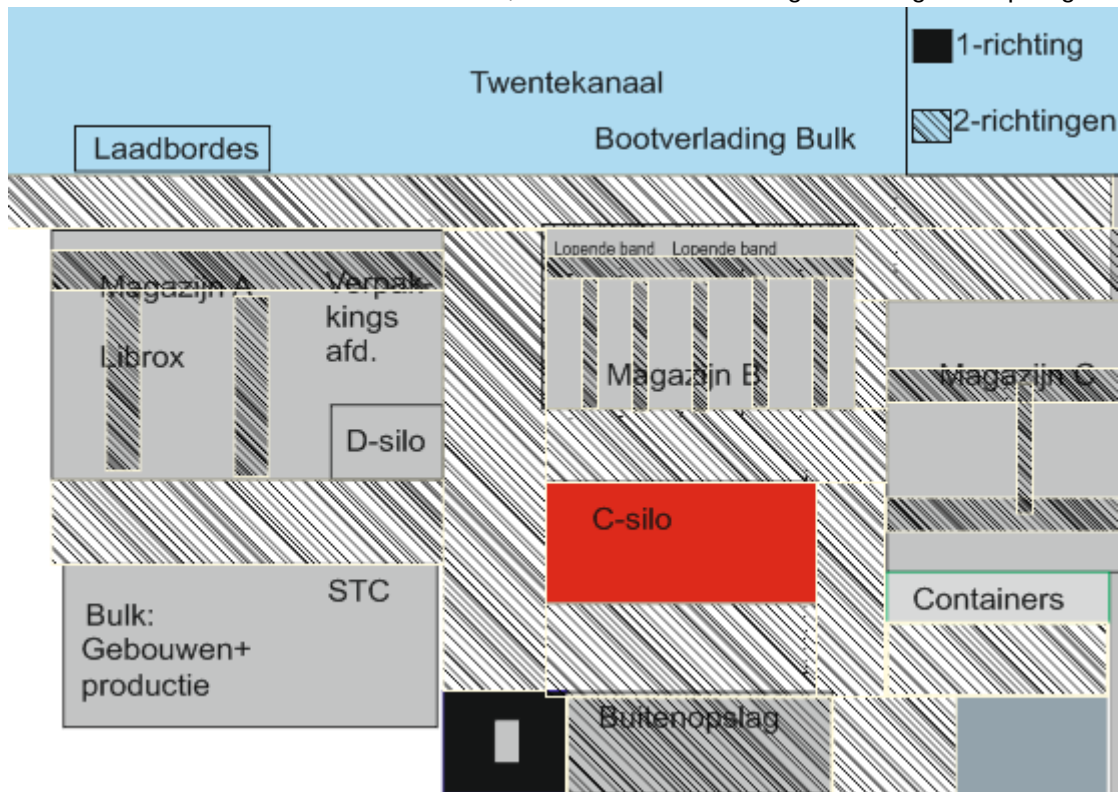
Figuur 9: routes heftrucks en shovels

Figuur 9 laat zien waar de heftrucks en de shovels rijden. Op het terrein rijden 2 'soorten' heftrucks. De eerste soort is van de productieafdeling. Deze heftrucks brengen de producten van de afdeling Librox van magazijn A naar magazijn B, magazijn C of de buiten-opslaglocaties. Verder rijdt dit soort heftrucks vanuit de transportband in magazijn B, waar de producten van de verpakkingafdeling aankomen, naar de juiste opslaglocatie in magazijn B of magazijn C. De tweede soort heftrucks zijn de heftrucks van de verladinggroep. Deze heftrucks brengen de pallets met (verschillende) producten naar een laadplaats van een vrachtwagen en zetten de pallets in de vrachtwagen. Ook laden ze containers en treinwagons. De heftrucks rijden achteruit wanneer ze met twee pallets tegelijkertijd rijden. De heftrucks rijden over het gehele terrein, over een heel klein stukje openbare weg en over het terrein aan de overkant van de openbare weg. Heftrucks tanken aan de oostzijde van het terrein. Ze rijden daarvoor langs de containers naar de LPG-tank. De shovels zijn van Bulk en rijden in de C-silo. Ze komen alleen uit de C-silo om te tanken en rijden dan langs de containers naar de oostzijde van het terrein waar zich behalve een LPG-tank voor de heftrucks ook een dieseltank bevindt voor de shovels.

De shovels bewegen zich minder dan 1 keer per dag over het terrein. De shovel staat voornamelijk in de C-silo van Bulk. Heftrucks rijden aan de noordzijde van de Boortorenweg overal meer dan 50 keer per dag (uitzondering: vlak bij de LPG tank).

2.1.10 Samenvattend: rijrichtingen verkeer

Deze paragraaf geeft de rijrichtingen op het terrein weer. Dit is een logisch gevolg van de voorgaande routes. De informatie is dan ook niet nieuw, maar een samenvatting van voorgaande paragrafen.



Figuur 10 Rijrichtingen op het terrein

Figuur 10 laat zien hoe we de routes kunnen samenvatten in de vorm van rijrichtingen. Er zijn plekken waar het verkeer in twee richtingen rijdt (arcering) en er zijn plekken waar het verkeer in één richting rijdt (zwart).

2.2 Knelpunt door kruisend verkeer

In deze paragraaf wordt een definitie gegeven van 'een knelpunt door kruisend verkeer' op het terrein. Met behulp van de definitie wijzen we deze knelpunten aan op het terrein van Specialties.

Na bestudering van het rapport 'Beoordeling verkeersveiligheid Specialties Hengelo' (Zomer, 2011), overleg met de heer Leuwerink, manager van de verladingsgroep en de huidige bewegingen op het terrein, definiëren we een knelpunt door kruisend verkeer als volgt:

'Een knelpunt door kruisend verkeer is een locatie waarbij meerdere soorten gemotoriseerd verkeer elkaar tenminste éénmaal per dag kruisen. Een knelpunt heeft een intensiteit.'

De term **meerdere soorten verkeer** in de definitie is gebaseerd op feit dat er kruisingen zijn waarbij alleen heftrucks elkaar kruisen en kruisingen waar meerdere soorten verkeer elkaar kruisen. Op de kruisingen waar alleen heftrucks elkaar kruisen ontstaat niet veel gevaar omdat de heftruckchauffeurs van elkaar weten wie waarmee bezig is en waar ze dus moeten opletten. De overige kruispunten zijn wel gevaarlijk, voornamelijk omdat dit bijna altijd kruisingen betreft waar een relatief kleine heftruck een grote vrachtwagen (of een soortgelijk voertuig) kruist. Door het verschil in grootte is het vooral voor de vrachtwagenchauffeur soms slecht te zien of er ander verkeer is. Bovendien komen de individuele chauffeurs niet dagelijks op het terrein van Specialties. De chauffeurs krijgen wel uitleg bij de poort, maar dit wordt niet als afdoende ervaren, waardoor de chauffeurs niet precies weten hoe de verkeerssituatie in elkaar steekt (Zomer, 2011). De term **gemotoriseerd** sluit voetgangers en fietsers uit. Dit doen we omdat deze groepen door hun geringe snelheid en het niet (tot nauwelijks) hebben van een remweg zich gemakkelijk aanpassen aan het gemotoriseerde verkeer. De term **tenminste éénmaal per dag** sluit de contractoren uit die niet dagelijks op het terrein komen voor het 'veroorzaken' van een knelpunt. Dit eventuele gevaarlijke punt zou dan zo weinig voorkomen dat we het omwille van de inperking van het onderzoek (en de daarmee gepaarde diepgang) buiten beschouwing laten.

Het ene knelpunt is het andere niet. Op sommige knelpunten kan veel vaker een confrontatie ontstaan dan op andere knelpunten. In dit onderzoek is het belangrijk om onderscheid te maken tussen deze knelpunten. We willen namelijk graag het aantal knelpunten verminderen en dan het liefst de knelpunten waarop het het meest waarschijnlijk tot een confrontatie kan komen. Ook kan het zo zijn dat het elimineren van een knelpunt een ander knelpunt oplevert. Als op dit nieuwe knelpunt veel minder vaak een confrontatie zou kunnen voorkomen, dan is dit een goede oplossing. Om de intensiteit van knelpunten in kaart te brengen, beschrijven we de verschillende gradaties.

Omdat knelpunten afhankelijk zijn van verschillende verkeerssoorten, is het lang niet altijd zo dat op een knelpunt ook daadwerkelijk een confrontatie tussen de verschillende verkeersstromen plaatsvindt. Als een vrachtwagen 'verpakt' 20 seconden eerder op het knelpunt is dan bijvoorbeeld een heftruck ontstaat er geen confrontatie, maar was daar wel de potentie. Daarom spreken we van 'aantal keer per dag kans op een confrontatie op een knelpunt'. Hoe groot de kans precies is, is nauwelijks te meten. Dit is echter in het onderzoek ook niet van belang. Om gradaties te maken in een knelpunt willen we slechts weten hoe kansen zich ten opzichte van elkaar verhouden, niet hoe groot deze kans precies is.

Categorie 1: 1-25 keer per dag kans op een daadwerkelijke kruising van verkeer op een knelpunt.

Categorie 2: 26-50 keer per dag kans op een daadwerkelijke kruising van verkeer op een knelpunt.

Categorie 3: 51-75 keer per dag kans op een daadwerkelijke kruising van verkeer op een knelpunt.

Categorie 4: 76-100 keer per dag kans op een daadwerkelijke kruising van verkeer op een knelpunt.

Categorie 5: 101-125 keer per dag kans op een daadwerkelijke kruising van verkeer op een knelpunt.

Categorie 6: meer dan 125 keer per dag kans op een daadwerkelijke kruising van verkeer op een knelpunt.

We bepalen dit 'aantal keer per dag kans op een daadwerkelijke kruising van verkeer op een knelpunt' als volgt. Als er op een knelpunt twee verkeerssoorten komen dan bepaalt de laagste intensiteit (zie paragraaf 2.1.3 tot en met 2.1.9) het aantal kansen per dag op een daadwerkelijke kruising op een knelpunt.

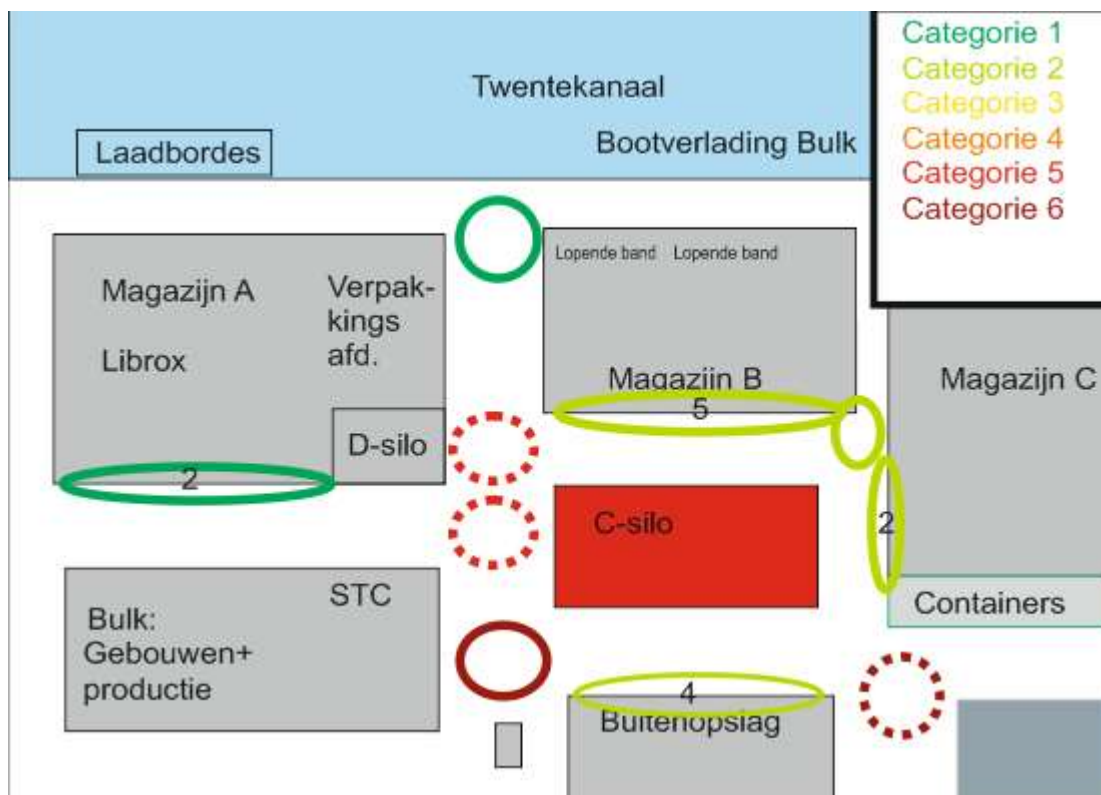
Dit is echter niet zo simpel voor een knelpunt met meer dan 2 verkeerssoorten. Wanneer er meer dan twee verkeerssoorten op een knelpunt zijn, dan kijken we welke 'tweetallen' verkeerssoorten elkaar kruisen. Hier nemen we de laagste intensiteit van. De intensiteiten van de verschillende kruisende verkeersstromen tellen we op. Het totaal bepaalt de categorie waar dit knelpunt in valt. Wanneer er bijvoorbeeld 3 verkeersstromen op een kruising komen met een intensiteit van respectievelijk 45, 30 en 15, waarbij de verkeerssoorten met een intensiteit van 45 en 30 elkaar niet kruisen, dan geldt de volgende optelsom $\min(45,15) + \min(30,15) = 15 + 15 = 30$. Als alle verkeerssoorten elkaar kruisen op dit knelpunt dan geldt de optelsom $\min(45,15) + \min(45,30) + \min(30,15) = 15 + 30 + 15 = 60$

2.3 Knelpunt door achteruitrijdend vrachtverkeer

Behalve door het kruisen van verkeer ontstaan er ook onwenselijke situaties wanneer vrachtverkeer achteruit rijdt. Het zicht op de overige weggebruikers is dan beperkt, zeker wanneer het achteruitrijdende voertuig vele malen groter is dan het overige verkeer (heftrucks). Verder is de ruimte om te keren beperkt voor het vrachtverkeer. Het achteruit rijden is het meest onwenselijk wanneer op de plaats waar gekeerd wordt ook overig verkeer rijdt. Er wordt in de huidige routes 5 keer gekeerd en waarbij achteruit gereden wordt. Er wordt 3 keer achteruit gereden op een knelpunt door kruisend verkeer.

2.4 Knelpunten in huidige situatie

Deze paragraaf laat zien waar zich knelpunten bevinden in de huidige situatie en wat voor knelpunten dit zijn.



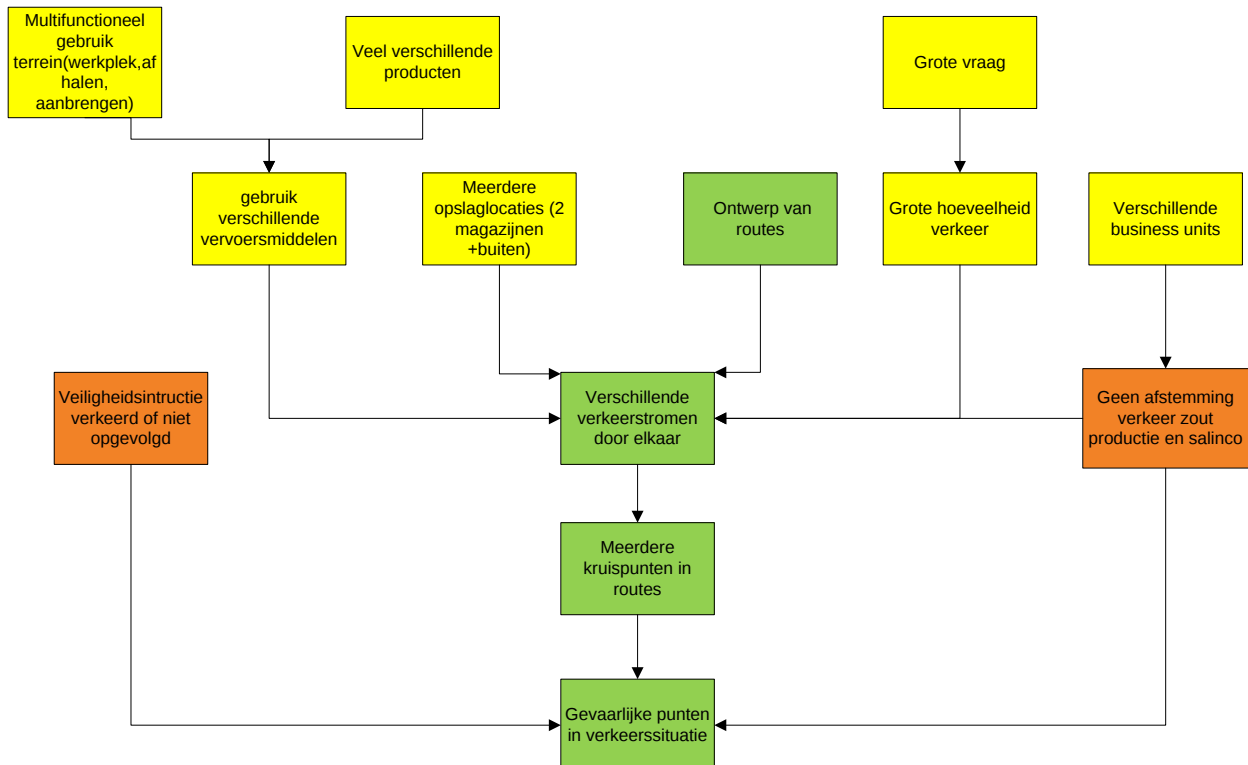
Figuur 11 Knelpunten in huidige situatie

Figuur 11 geeft aan waar volgens de in paragraaf 2.2 genoemde definitie zich knelpunten door kruisend verkeer bevinden in de huidige situatie. De knelpunten zijn aangegeven met ellipsen. Als

een magazijn meerdere uitgangen heeft waarvoor knelpunten ontstaan, dan is dit aangegeven met een langwerpige ellips. Het getal in de ellips geeft aan hoeveel uitgangen en dus knelpunten dit specifieke magazijn heeft.

Figuur 11 laat zien dat we op dit moment 19 knelpunten door kruisend verkeer kunnen aanwijzen. Hiervan vallen er 14 in categorie 5. Bovendien wordt er op 3 knelpunten achteruit gereden. Deze zijn aangegeven met een onderbroken cirkel.

2.5 Probleemanalyse



Figuur 12 Probleemkluwen

De probleemkluwen in figuur 12 is een grafische representatie van het probleem.

Alle gele blokjes vormen oorzaken van het uiteindelijk probleem, maar we hebben in samenspraak met Salt Specialties besloten dat het niet gewenst of mogelijk is (financieel, strategisch of tijds technisch) om deze te beïnvloeden. De grote vraag is essentieel voor Salt Specialties, aangezien de vraag tot verkopen en dus inkomsten leidt. Het bestaan van verschillende businessunits is een strategische keuze van uit AkzoNobel. Dit is dan ook niet zomaar te beïnvloeden en valt dan ook buiten de scope van het project. Het hebben van meerdere opslaglocaties lijkt op het eerste gezicht niet ideaal, omdat er nu van veel verschillende locaties producten opgehaald of weggezet moeten worden. Het veranderen van deze situatie is echter een zeer kostbare en tijdrovende aangelegenheid; daarom besluiten we dit buiten de scope van het onderzoek te laten vallen. Tenslotte worden er op de locatie verschillende voertuigen gebruikt. Er komen vrachtwagens, containers, treinen, tankauto's, heftrucks, voetgangers, fietsers, boten en een shovel op het terrein. Deze hoeveelheid verkeersdeelnemers is wellicht te beperken, maar nooit geheel te reduceren tot slecht één of twee

soorten, aangezien het huidige werk dat verzet wordt op de locatie hoe dan ook gedaan moet worden. Op deze manier kunnen we het probleem nooit in zijn geheel oplossen en we besluiten dan ook deze oorzaak niet aan te pakken, maar ons te focussen op het ontwerp van de routes.

De oranje oorzaken zijn te beïnvloeden, maar vallen buiten de scope van deze opdracht. Er is reeds een onderzoeksrapport aanwezig over veiligheidsinstructies op het terrein. Salt Specialties is op dit moment bezig de aanbevelingen en conclusies uit dit rapport waar mogelijk en nodig te implementeren. Het is mogelijk om met Bulk te overleggen over het verkeer. Het is echter zo dat het verkeer van Bulk 1 route rijdt, tegenover 6 routes van Specialties, heftrucks niet meegerekend. Alleen het afstemmen van het verkeer van Bulk is niet genoeg om het probleem op te lossen. Als de oplossingen veranderingen voor Bulk met zich mee brengen dan zal dit afgestemd moeten worden met Bulk. Salt Specialties gaat er vanuit dat Bulk bereid is mee te werken aan een oplossing mits Bulk evenveel vrachtwagens kan laden als in de huidige situatie.

De groene blokken geven het kernprobleem en de oorzaken daarvan weer. De oorzaken zijn in kaart te brengen en beïnvloedbaar en vormen daarom de leidraad in het onderzoek.

2.6 Conclusie

Wanneer we de ontwerpen van de huidige routes bekijken, valt op dat er op veel punten gekruist en bovendien achteruit gereden wordt. De route voor de mengzoutauto's is erg lang en er moet meerdere malen gekeerd worden. We vermoeden dat dit de veiligheid voor de verkeersdeelnemers doet afnemen. We onderzoeken in de literatuur (zie hoofdstuk 3) of dit daadwerkelijk het geval is en hoe we dit kunnen voorkomen. Als we het achteruit rijden en het kruisen als knelpunt zien dan zijn er in de huidige situatie 19 knelpunten en wordt er op 3 knelpunten achteruit gereden.

Hoofdstuk 3: Literatuur

Dit hoofdstuk beschrijft de literatuur die nodig is voor het ontwerpen van oplossingen voor de knelpunten op het terrein. Het hoofdstuk is globaal op te delen in drie delen, te weten een methodologisch deel in paragraaf 3.1, een logistiek deel in paragraaf 3.2 en een verkeerskundig deel in paragraaf 3.3.

3.1 Methodologische literatuur

Deze paragraaf beschrijft methodologische literatuur op het gebied van idee-generatie. De technieken die deze paragraaf beschrijft zijn al in de tweede helft van de 20^e eeuw gepubliceerd. In de afgelopen jaren is er echter veel onderzoek gedaan naar de effectiviteit van de technieken. Deze paragraaf beschrijft waar mogelijk zowel de techniek als de effectiviteit van de techniek.

'Creative Problem Solving' is manier om op creatieve (dus niet perse rationele) wijze ideeën te genereren. Er zijn verschillende technieken. Deze kunnen we categoriseren in kwadranten. Tabel 1 laat VanGundy's indeling van de verschillende technieken in kwadranten zien (VanGundy, 1981) (Hicks, 2004). De naamgeving van de technieken is in het Engels. We gebruiken in dit rapport de Engelse namen omdat het letterlijk vertalen van deze namen naar het Nederlands bij enkele termen onmogelijk is. Er bestaat namelijk simpelweg geen Nederlandse vertaling van bijvoorbeeld 'Wishful thinking'.

Omdat we opzoek zijn naar technieken in een probleemgerelateerde situatie (we hebben immers probleemstellingen en we zijn op zoek naar een oplossing voor de verkeerssituatie) en we graag willen dat er zoveel mogelijk vrij geassocieerd wordt, bespreken we de technieken uit dit kwadrant. Dit kwadrant is groen in tabel 1.

	Probleemgerelateerd	Niet probleemgerelateerd
Verplichte relatie (object gestimuleerd)	<i>Absurd solutions</i> <i>Wishful thinking</i> <i>Catalogue</i> <i>Morphological analysis</i> <i>Analogies/metaphors</i>	<i>Excursions</i>
Vrije associatie	<i>Attribute listing</i> <i>Brainstorming</i> <i>Brainwriting</i>	<i>Creative visualization</i>

Tabel 1 Classificatie van Creative Problem Solving idee-generatie technieken

Attribute listing

Attribute listing is een techniek die meestal gebruikt wordt om bestaande producten te verbeteren. Van een product worden alle 'attributes' bepaald. Attributes zijn de eigenschappen, onderdelen en functies van een product. Dit doet men door middel van brainstorming (zie verderop). Nadat een lijst van de 'attributes' is opgesteld, gaat men systematisch na hoe elk van deze 'attributes' verbeterd kan worden (Crawford, 1954).

Brainstorming

Brainstorming is een groepstechniek om ideeën te genereren. Een aantal personen zit in een ruimte. Er wordt nagedacht over probleem. Iedereen mag ideeën opperen. Er zijn 4 regels verbonden aan brainstorming:

1. Kritiek is niet toegestaan: de ideeën worden later geëvalueerd
2. Hoe gekker de ideeën, hoe beter
3. Kwantiteit is belangrijk: hoe groter het aantal ideeën, hoe groter de kans dat er iets bruikbaars bij zit.
4. Zoek naar combinaties en verbeteringen: gebruik eerdere ideeën om tot nieuwe ideeën te komen

Voordelen van brainstorming zijn dat er veel ideeën gegenereerd worden en dat andermans ideeën onmiddellijk een bron voor andere ideeën vormt. Nadelen van brainstorming kunnen zijn dat niet iedereen zich gehoord voelt tijdens een sessie, omdat de één veel meer het woord opeist dan de ander en dat mensen zich niet vrij voelen om alles te zeggen wat in ze opkomt, omdat ze bang zijn voor de reactie van collega's of leidinggevenden (Osborn, 1957).

Brainwriting

Brainwriting is een variant op het hierboven genoemde brainstorming. Brainwriting werd voor het eerst beschreven in 1983 door VanGundy. Bij brainwriting zit een aantal personen in een ruimte. Een aangewezen leider bespreekt eerst waarover men gaat brainwriten. Daarna schrijft iedereen in stilte ideeën op papier. Er wordt afgesproken hoe lang men daarvoor de tijd heeft. Na het verstrijken van deze tijd wordt (bij de meeste varianten van brainwriting) het papier doorgegeven. Iedereen heeft nu het papier van een ander voor zich en kan op basis van wat hij/zij daar leest nieuwe/extra ideeën op dat papier schrijven. Het doorgeefstelsel herhaalt zich tot iedereen alle papieren voor zich heeft gehad. Er zijn door VanGundy zes varianten van brainwriting beschreven. Vier daarvan zijn pure brainwriting technieken: er wordt tussendoor niet gediscussieerd over de ideeën. Er wordt in stilte gewerkt. De overige twee zijn hybride technieken: het schriftelijke brainwriting wordt gecombineerd met mondelinge brainstorming of discussies (VanGundy A. B., 1983).

Wanneer mensen in een groep ideeën uitwisselen die onmiddellijk geëvalueerd worden, dan hebben mensen de neiging om niet alles te zeggen wat ze zouden willen zeggen, omdat ze bang zijn voor negatieve reacties van hun collega's. Daarom ontwikkelde Osborn 4 richtlijnen om zo toch zo veel mogelijk ideeën te generen (Osborn, 1957).

1. Het gaat niet direct om het kwalificeren of evalueren van ideeën

2. Er is een tijdslimiet
3. Er wordt voortgeborduurd op elkaars ideeën
4. Er is een onafhankelijke notulist die de ideeën opschrijft.

Het blijkt dat brainstormsessies die aan deze richtlijnen voldoen meer ideeën opleveren dan sessies die niet aan de richtlijnen voldoen. Door het verbale aspect van brainstorming kunnen mensen echter niet tegelijk hun ideeën spuien. Tijdens het wachten op hun beurt, evalueren mensen hun idee en komen vaak (terecht of onterecht) tot de conclusie dat hun idee niet de moeite waard is en vergeten mensen soms ideeën tijdens het wachten. Bovendien zijn mensen energie en tijd kwijt aan het onthouden van hun ideeën en het (onnodig) evalueren er van. Deze tijd had beter besteed kunnen worden aan het ideeën genereren zelf. Verder is een zeer goede leider nodig, die er voor zorgt dat alle personen evenredig veel tijd krijgen om aan het woord te zijn. Tenslotte speelt de status van de deelnemers een rol. Tijdens een brainstormsessie zullen de mensen met een lagere status niet zomaar een collega met een hogere status in de rede durven te vallen (VanGundy A. B., 1983) (Geen, 1985) (Brown, 2002).

Omdat brainwriting een stille manier van ideeën genereren is, kunnen de deelnemers tegelijkertijd ideeën genereren. Op deze manier worden de nadelen van het brainstormen te niet gedaan (Brown, 2002) (VanGundy A. B., 1983).

3.2 Logistieke literatuur

Deze paragraaf bespreekt de literatuur vanuit een logistiek oogpunt. We kijken naar literatuur uit het warehousing vakgebied en facilities planning. We passen deze literatuur waar mogelijk toe op de verkeerssituatie.

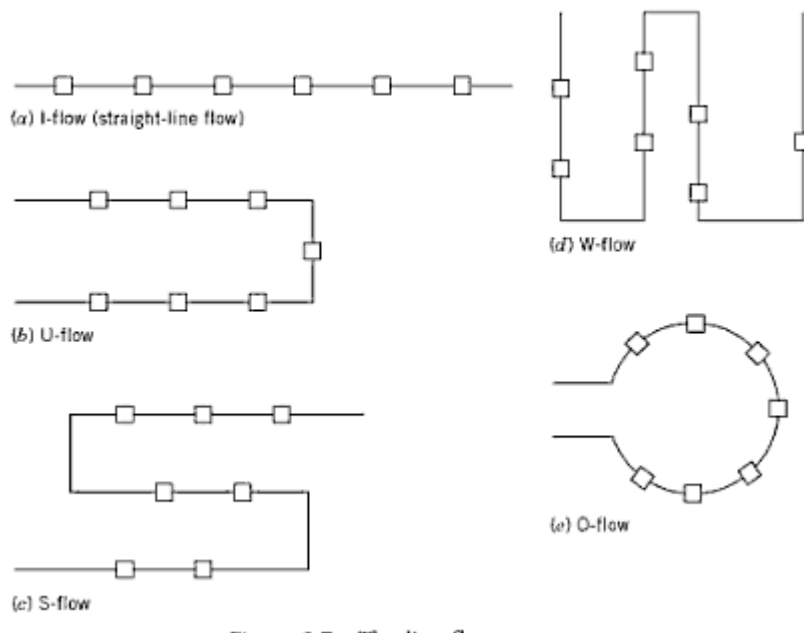
Warehousing

Er zijn 2 lay-out types die het meest gebruikt worden in warehousing: U-flow en flow-through configuration. Bij flow-through wordt komen de goederen aan de ene kant binnen en worden goederen aan de overzijde verladen. Bij U-flow wordt er aan één kant zowel geladen als gelost. Bij het laden en lossen wordt idealiter gebruik gemaakt van gescheiden ingaande en uitgaande goederen stromen. Deze stromen hebben de vorm van een U. Goederen komen binnen via een ingang, rijden een U-vormige route en rijden via een uitgang, anders dan de ingang, naar buiten. Er is sprake van eenrichtingsverkeer. Flow-through is geschikt wanneer er extreem hoge volumes zijn en de warehouse lang en smal is. U-flow is geschikt wanneer er gebruik wordt gemaakt van ABC-opslag (zie bijlage 1). Het voordeel van flow-through is dat er veel opslagruimte even gemakkelijk bereikbaar wordt. De voordelen van U-flow zijn dat er aan drie kanten van de warehouse mogelijkheden zijn voor uitbreiding, dat vrachtwagens weinig gebruik maken van de weg (korte route) en dat het efficiënt gebruik van heftrucks kan bevorderen (Bartholdi, 2011) (Esmeijer, 1996).

Facility planning: verschillende stroomvormen

Er zijn verschillende stroomvormen te onderscheiden bij productiesystemen. Wanneer er sprake is

van een lange lijn dan is een aantal vormen mogelijk. Figuur 13 laat de verschillende vormen zien.



Figuur 13: Verschillende stroomvormen (Bron: Tompkins, 1984)

De I-flow is de basisvorm waarvan de overige vormen afgeleid zijn. De I-vorm vereist een lange smalle ruimte. Op de meeste locaties is dit niet efficiënt. De overige vormen maken efficiënt gebruik van de ruimte. Een U-vorm heeft bovendien als voordeel dat de stroom overzichtelijk is (Tompkins, 1984).

Systematische lay-outplanning en systematische handelingsanalyse

Muther beschrijft een systematische methode om mogelijkheden tot verbetering van de bewegingen van goederenstromen binnen een bestaande lay-out (systematische handelingsanalyse) en een systematische methode om een nieuwe lay-out van een bestaande of nieuwe ruimte te ontwerpen (systematische lay-outplanning) (Muther, 1974).

Zowel systematische handelingsanalyse als systematische lay-outplanning maken gebruik van een aantal gegevens over de (te creëren) situatie, de zogenaamde PQRST-sleutel.

P=product: wat zal verplaatst worden?

Q=Quantity: hoeveel zal verplaatst worden?

R=Route: waarheen zal verplaatst worden?

S=Service: Welke ondersteuning zullen de verplaatsingen eisen?

T=Time: wanneer zullen de verplaatsingen gerealiseerd worden?

De baard van de sleutel bevat het woord: waarom (why). Dit is een waarschuwing voor de gebruiker van de sleutel om goed te controleren of de gegevens kloppen en waarom (in het geval een van een bestaande lay-out) de gegevens zo zijn. Bijvoorbeeld: waarom wordt een bepaalde route gevolgd tijdens de verplaatsing?

Een systematische handelingsanalyse wordt uitgevoerd in 9 stappen.

1. Classificeren van materialen en producten
2. Bepalen van de bestaande lay-out
3. Analyseren van de bewegingen en goederenstromen
4. Zichtbaar maken van de bewegingen (op papier)
5. Verzamelen van kennis en begrip van materials-handlingmethoden
6. Opstellen van voorlopige discussieplannen
7. Onderzoeken van beperkingen en modificeren van voorstellen

8. Berekening van behoefte aan apparatuur, mensen en geld
9. Evaluatie

Een systematische lay-outplanning bestaat uit 4 fasen.

1. Bepalen van de locatie
2. Bepalen van de algemene lay-out
3. Detailleren van de lay-out
4. Installeren en inrichten

Tijdens het bepalen van de lay-out wordt gebruikt gemaakt van de informatie uit de PQRS-sleutel (Muther, 1974) (Visser & van Goor, 2009).

3.3 Verkeerskundige literatuur

In deze derde en laatste paragraaf van het literatuurhoofdstuk bespreken we de literatuur die voortkomt uit het verkeersmanagement. Het zal voornamelijk gaan over verkeers(on)veiligheid. Op deze manier kunnen we de mate van verkeersveiligheid 'meetbaar' maken. Veel verkeerskundige literatuur gaat specifiek over de verkeersveiligheid van de openbare wegen en is slechts beperkt toepasbaar op bedrijfslocaties. De overheid in het Verenigd Koninkrijk heeft echter een speciale instantie, de 'Health and Safety Executive', in het leven geroepen, welke ook richtlijnen en aanbevelingen geeft op het gebied de veiligheid van bedrijven. Deze beschrijft ook richtlijnen voor verkeersveiligheid specifiek toegepast op bedrijfslocaties. Deze paragraaf is een overzicht van zowel de richtlijnen van de 'Health and Safety Executive' als de op bedrijfslocaties toepasbare verkeerskundige literatuur.

Keren en achteruitrijden

Omdat we er van uitgaan (zie paragraaf 2.3) dat achteruit rijden en keren een knelpunt is op het terrein van Salt Specialties, zoeken we wat de literatuur hierover schrijft.

De 'Health and Safety Executive' stelt dat keren op een locatie gevaarlijk is, voornamelijk als voertuigen en/of voetgangers een beperkte ruimte hebben. Oorzaken van dit gevaar zijn: slecht zicht, onnodig draaien door slechte lay-out van het terrein, (onterecht) vertrouwen in achteruitrijhulp en draaien in niet-afgescheiden gebieden (van overig verkeer). Om gevaar te vermijden zouden:

1. duidelijk aangeven draaigebieden ingesteld kunnen worden.
2. spiegels geplaatst kunnen worden voor beter zicht.
3. verkeersregelaars ingezet kunnen worden.
4. achteruitrijalarmen geplaatst kunnen worden.
5. barrières geplaatst kunnen worden in laad- en loszones.
6. eenrichtingsverkeer ingevoerd kunnen worden.
7. doorrijdlaadplaatsen gebruikt kunnen worden.
8. de regels en procedures gecontroleerd en vernieuwd kunnen worden.

Doorvoeren van bovenstaande suggesties leidt tot minder draaien in de routes en indien draaien onvermijdelijk is tot een veiligere manier van draaien en het daarmee vaak gepaard gaande achteruitrijden (Health and Safety Executive).

Eenrichtingsverkeer

Eenrichtingsverkeer is een vorm van verkeersmanagement die gebruikt wordt om verkeer over het terrein te laten circuleren. Deze vorm wordt voornamelijk gebruikt op terreinen waar het zicht slecht is en de ruimtes klein zijn. Door met eenrichtingsverkeer te werken wordt het keren van verkeer beperkt of voorkomen en wordt bovendien voorkomen dat verkeersconflicten door tegenovergesteld verkeer ontstaan (Health and Safety Executive). Behalve de vele voordelen die eenrichtingsverkeer met zich mee brengt, kunnen er ook problemen door gecreëerd worden. Bijvoorbeeld een (onterecht) gevoel van totale veiligheid waardoor bestuurders te hard gaan rijden of langere afstanden die afgelegd moeten worden. Echter zijn deze genoemde problemen niet onlosmakelijk verbonden met eenrichtingsverkeer. Meestal worden ze veroorzaakt door een slecht uitgevoerde vorm van

eenrichtingsverkeer. Om deze en andere problemen te voorkomen moet het eenrichtingsverkeer zorgvuldig ontworpen zijn.

Kruisend verkeer

Uit onderzoek van het Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (vanaf nu: SWOV) blijkt dat meer dan de helft van de ongevallen plaatsvindt op kruisingen, terwijl kruisingen maar een klein deel van de totale weglengte beslaan. Kruisingen zijn dus gevaarlijker dan stukken weg waar verkeer elkaar niet kruist. Bundeling van verkeersstromen (samenvoegen in plaats van kruisen) en het scheiden van snel en langzaam verkeer kan het gevaar doen afnemen (Brouwer, 1996).

3.4 Conclusie

Uit de literatuur blijkt dat verkeersonveiligheid onder andere veroorzaakt wordt door kruisingen van verkeer en achteruit rijden. Deze criteria zullen we dan ook hanteren bij het creëren van een oplossing. Een oplossing is dus veiliger wanneer er minder dan in de huidige situatie gekruist en achteruit gereden wordt. We kunnen dit bereiken door te werken met eenrichtingsverkeer.

In de vakgebieden warehousing en lay-outplanning wordt veel gewerkt met U-vormen. U-vormen zijn geschikt voor eenrichtingsverkeer en zorgen ervoor dat de vrachtwagens een zo klein mogelijke afstand afleggen. U-routes zijn bovendien overzichtelijk. We zullen dan ook U-vormige routes creëren.

De systematische handlings-analyse en systematische lay-outplanning kunnen niet zonder meer worden toegepast op het terrein van Salt Specialties. De methoden zijn namelijk niet toegespitst op het inrichten van transporten door externen, maar puur gericht op interne stromen. We kunnen echter wel gebruik maken van de PQRST-sleutel en vooral van de waaromvraag. We moeten ons bij het ontwerpen van een nieuwe verkeerssituatie herhaaldelijk afvragen waarom bepaalde routes op dit moment gekozen worden en waarom een bepaalde hoeveelheid goederen verplaatst moet worden. Als er geen goede antwoorden zijn op deze waaromvragen, dan kunnen we die routes wellicht veranderen ten behoeve van de verkeersveiligheid. Bovendien passen we de stappen 2 tot en met 7 van een systematische handlingsanalyse toe op dit onderzoek om zo tot een gestructureerd voorstel te komen. Stappen 2 tot en met 4 passen we toe in hoofdstuk 2. Stap 5 voeren we uit in dit hoofdstuk en stap 6 en 7 volgen in hoofdstukken 4 en 5.

Uit de methodologische literatuur blijkt tenslotte dat brainwriting de meest effectieve manier van ideegeneratie is wanneer een groep mensen met verschillende functies ideeën wil generen. We zullen dan ook gebruik maken van brainwriting om een lijst met randvoorwaarden en een lijst met criteria op te stellen (zie hoofdstuk 4).

Hoofdstuk 4: Mogelijke oplossingen

Dit hoofdstuk beschrijft in paragraaf 4.1 de randvoorwaarden waaraan een oplossing moet voldoen. Verder beschrijft paragraaf 4.2 criteria waarop Salt Specialties de oplossingen beoordeelt. Paragraaf 4.3 beschrijft een ideaalbeeld voor het terrein van Salt Specialties, als er geen randvoorwaarden zouden zijn. Paragraaf 4.4 beschrijft de ontworpen oplossingen voor de verbetering van de verkeersveiligheid op het terrein van Salt Specialties. Tenslotte bespreekt paragraaf 4.5 de resultaten van deze oplossingen en bevat paragraaf 4.6 een implementatieadvies.

4.1 Randvoorwaarden

Deze paragraaf beschrijft de randvoorwaarden waar een oplossing aan moet voldoen. Met deze randvoorwaarden houden we rekening tijdens het ontwerpen.

Om duidelijkheid te krijgen over de randvoorwaarden waaraan een oplossing moet voldoen, stellen we een lijst op in overleg met vijf mensen die dagelijks te maken hebben met de verkeersveiligheid op het terrein. Het betreft het hoofd van de verladingsgroep, een hoofd-verlader (heftruckchauffeur), de

logistiek manager, de transportplanner en de magazijnmeester. We gaan een lijst opstellen door middel van brainwriting. De vijf deelnemers genereren zoveel mogelijk ideeën over de voorwaarden waaraan een eventueel ontwerp moet voldoen. We kiezen voor brainwriting, omdat dit volgens de literatuur vaak meer kwantiteit en kwaliteit oplevert dan bijvoorbeeld brainstorming, zeker wanneer, zoals in dit geval, de deelnemers niet dezelfde functie bekleden (zie paragraaf 3.1). Attribute listing lijkt in dit geval ongeschikt omdat er te veel attributes zouden ontstaan wanneer we het probleem, de verkeerssituatie verbeteren, proberen op te lossen.

We kiezen voor deze vijf betrokkenen omdat deze mensen dagelijks met de verkeerssituatie te maken hebben. Behalve deze vijf deelnemers aan de sessie, is ook de onderzoeker aanwezig om de inleiding en uitleg te verzorgen en de tijdens de sessie te notuleren. Na de brainwritingsessie discussiëren de deelnemers en de onderzoeker over de resultaten van de brainwritingsessie. Ook brengt de onderzoeker extra randvoorwaarden naar voren waarover gediscussieerd wordt. Uit deze discussie is een aantal randvoorwaarden unaniem naar voren gekomen. De randvoorwaarden waarover geen consensus bestaat zijn niet opgenomen in de lijst. We nemen deze op als criterium, omdat het wel belangrijke onderwerpen zijn om rekening mee te houden, maar niet om als strikte randvoorwaarde mee te nemen.

Uit de brainwriting sessie zijn de volgende voorwaarden unaniem als randvoorwaarde naar voren gekomen:

- Producten die overdekt opgeslagen horen te worden, dienen ook overdekt verladen te worden. *Vanwege voedselveiligheid moeten zoutproducten die (eventueel) voor consumptie gebruikt worden, overdekt opgeslagen worden en ook overdekt verladen worden. De gangen tussen de C-silo en het A en C-magazijn zijn hiervoor geschikt.*
- Er moeten tenminste zoveel auto's verladen kunnen worden als in de huidige situatie.
- Netto opslagruimte moet gelijk blijven.
- Er moet een weegbrug aanwezig zijn.
- Alle verladingsactiviteiten moeten mogelijk blijven (trein, schip, silo's, GHE, etc..)
- C-silo van Bulk moeten blijven bestaan op dezelfde locatie als in de huidige situatie.
- De verladingscapaciteit moet tenminste gelijk blijven.
Er mogen dus niet minder verlaadpunten voor bijvoorbeeld droogzout zijn dan in de huidige situatie.
- Al het verkeer moet het terrein verlaten via een poort met loket.
De vrachtbrief moet gecontroleerd en ondertekend zijn, voordat een (vracht)wagen het terrein verlaat.
- Verkeer mag niet door de Libroxsteeg rijden.
Onder de Libroxsteeg bevindt zich leiding die niet tegen de druk van vrachtwagens en overig verkeer bestand is.
- Er mogen niet meer knelpunten ontstaan dan in de huidige situatie.
- Wetgeving mag op geen enkel terrein overtreden worden.
- Vanaf de Kanaalweg kunnen vrachtauto's alleen vanuit westelijke richting de hoofdweg zoutbedrijven op rijden.
De bocht vanuit oostelijke richting is niet te maken met een vrachtwagen.
- Bij opslag emballage moet de mogelijkheid zijn om een sprinklerinstallatie te plaatsen.
Omdat de emballage voornamelijk bestaat uit houten pallets, is het verplicht om een sprinklerinstallatie te plaatsen. De emballage moet dus zijn opgeslagen onder een overkapping voorzien van sprinklerinstallatie of in een magazijn voorzien van sprinklerinstallatie.
- De LPG-tank en de dieseltank moeten bereikbaar blijven voor de shovels en heftrucks.
- Het terrein ten zuiden van de Boortorenweg kan niet gebruikt worden voor verladingsactiviteiten.

4.2 Criteria

Deze paragraaf behandelt de criteria waarop een oplossing wordt beoordeeld door Salt Specialties.

Tijdens dezelfde brainwritingsessie is ook een brainwritingronde over de criteria belegd. Ook na deze ronde is uitvoerig gediscussieerd. De onderzoeker en de vijf betrokkenen zijn van mening dat de volgende criteria belangrijk zijn bij het beoordelen van een oplossing:

- Kosten
- Baten
De baten bestaan zowel uit materiële zaken (minder heftrucks, minder kosten aan beschadigde materialen door confrontaties, etc.) als immateriële zaken (gevoel van veiligheid voor medewerkers en derden, extra verlaadcapaciteit, etc.)
- Veiligheid
Voor alle deelnemers aan het verkeer: eigen verkeer en derden.
- Uitvoerbaarheid
Gemak waarmee de oplossing geïmplementeerd kan worden.
- Effectiviteit
- Benodigde samenwerking met Bulk
Hoeveel overleg is er nodig met sBU Bulk, hoeveel verandert er voor Bulk?
- Duurzaamheid
Is de oplossing bruikbaar op de lange termijn?
- Rijafstanden heftrucks
- Logica van de routes
- Mate van passendheid bij toekomstvisie
Uit de brainwritingsessie is een ook toekomstvisie naar voren gekomen. Salt Specialties zou onder andere graag de verlaadcapaciteit voor droogzouten vergroten en de verblijftijd van derden op de locatie zo klein mogelijk maken.
- Mogelijkheden van laden en lossen (van 1 zijkant, van 2 zijkanten, van achterkant)

4.3 De ideale situatie

Deze paragraaf beschrijft de ideale situatie voor het terrein. Op die manier kunnen we met de oplossingen in paragraaf 4.4 proberen zo dicht mogelijk bij deze situatie te komen. De ideale situatie is gebaseerd op de literatuur en wensen van Salt Specialties. Met de randvoorwaarden houden we in deze paragraaf geen rekening. De geschetste situatie zien we als een ideaal dat we proberen te benaderen binnen de randvoorwaarden, de situatie is geen doel op zich.

Idealiter kruisen de verschillende verkeerssoorten elkaar niet. Er wordt nergens achteruit gereden of gedraaid. Derden komen zo min mogelijk op het terrein. Als zij eenmaal op het terrein zijn aangekomen, worden ze zo snel mogelijk beladen en verlaten dan onmiddellijk het terrein via een loket met onbeperkte capaciteit. Bij het verladen is weinig tot geen menselijke arbeid nodig. Voor onverpakte zouten is de verladingcapaciteit onbeperkt. De gereden routes zijn zo kort mogelijk en zijn duidelijk aangegeven, zodat elke chauffeur (ongeacht welke talen hij/zij spreekt) zonder enige moeite de goede route volgt. Vrachtwagens kunnen elkaar gemakkelijk passeren en alle bochten op het terrein zijn ruim en overzichtelijk. Tenslotte leggen de geproduceerde goederen zo min mogelijk afstand af over het terrein. Ze worden dicht bij de productielocatie opgeslagen en deze opslagruimte is op haar beurt zo dicht mogelijk bij de verlaadplaatsen.

4.4 Oplossing

Deze paragraaf beschrijft een voorstel dat de verkeersveiligheid op het terrein verbetert.

Het voorstel bestaat uit meerdere onderdelen. De onderdelen vormen samen een overkoepelend plan dat niet alleen de veiligheid vergroot, maar ook past bij een aantal toekomstige wensen (zie paragraaf

4.2: toekomstvisie). Salt Specialties kan echter ook besluiten om slechts één of een paar onderdelen uit te voeren. Tenslotte zou Salt Specialties er voor kunnen kiezen dit voorstel in fases uit te voeren.

Het plan is gebaseerd op de volgende redeneringen. Om de gereden routes veiliger te maken moeten verkeerssoorten zo min mogelijk kruisen. Dit kunnen we bereiken door bijvoorbeeld U-routing, bundeling en eenrichtingsverkeer toe te passen (zie paragraaf 3.2.1, paragraaf 3.3.2 en paragraaf 3.3.3). Door de geldende randvoorwaarden is dit niet overal op het terrein mogelijk. Het aantal kruisingen van verkeerssoorten kunnen we ook verminderen door ofwel het vrachtverkeer minder (ver) het terrein op te laten komen, ofwel de eigen (heftruck)bewegingen te verminderen.

De eerste optie, het vrachtverkeer minder ver het terrein oplaten komen is het uitgangspunt van de eerste twee ideeën (zie bijlage 2). Deze ideeën zijn besproken tijdens de bijeenkomst voor de brainwritingsessie en bleken niet aan de daar opgestelde randvoorwaarden te voldoen. Het externe vrachtverkeer moet bijvoorbeeld op sommige plekken noodzakelijkerwijs het terrein ver opkomen, omdat vrachtwagens die verpakkingen opkomen halen, die vanwege de warenwet overdekt opgeslagen moeten worden, per definitie door de overdekte laadgang van de Oostelijke rondweg rijden. Verder is keren een potentiële bron van gevaar. Daarom proberen we ten eerste de eigen bewegingen te beperken. Ten tweede proberen we de routes zo in te richten dat kruisen en keren zoveel mogelijk wordt voorkomen.

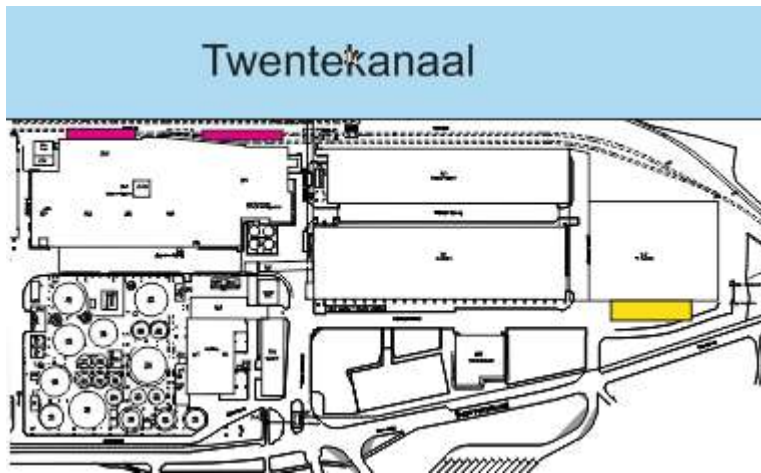
Omdat de eerste 2 ideeën (zie bijlage 2) ongeschikt bleken, onderzoeken we andere verbetermogelijkheden. We bekijken welke routes het meest afwijken van de ideale situatie. De mengzoutauto's leggen in de huidige situatie de langste route af en bovendien moet er 2 keer gekeerd worden in deze route. Deze route scoort bovendien slecht op het criterium 'logica van de route'. Ook de droogzoutauto veroorzaakt een knelpunt door achteruitrijdend vrachtverkeer. Tenslotte proberen we de heftruckbewegingen te verminderen. Het onderzoek naar verbetering voor de hierboven genoemde routes heeft onderdeel 1 tot en met 5 opgeleverd. Het streven om zo veel mogelijk eenrichtingsverkeer op het terrein te bewerkstelligen heeft onderdeel 6 opgeleverd.

De volgende paragrafen behandelen alle onderdelen van het voorstel.

4.4.1 Onderdeel 1: verplaatsen van de container verlading

Het eerste onderdeel van het voorstel is de verplaatsing van de containerverlading van de zuidkant van magazijn C naar de kanaalzijde. De containers worden dan opgesteld ten noorden van magazijn A. Een deel van de producten kan just-in-time geproduceerd worden en rechtstreeks de containers ingezet worden. Voor een ander deel van de producten zal dit niet lukken en daarom moet er een klein gedeelte van magazijn A gebruikt worden voor producten die in de containers moeten. Verder moeten de treinen altijd ten noorden van Magazijn B geladen worden. Ze kunnen nu niet meer door rijden naar Magazijn A.

Tenslotte moet er een uitgang aan de noordkant van Magazijn A gemaakt worden waardoor heftrucks rechtstreeks naar buiten kunnen rijden om daar de containers te verladen.



Figuur 14 Verplaatsing container verlading

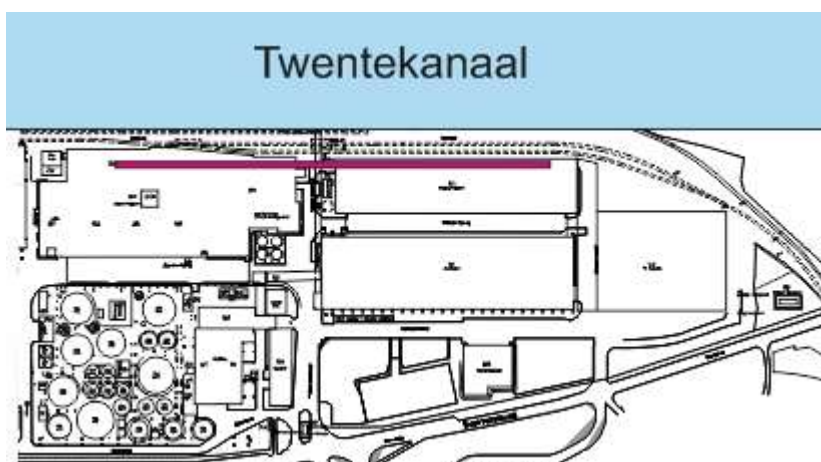
Figuur 14 laat de huidige plek van de containerverlading zien door middel van een gele rechthoek. De voorgestelde plek van de containerverlading is roze. De doorgang kan tussen de roze blokken gemaakt worden.

4.4.2 Onderdeel 2: automatisch pallet transport magazijn A naar magazijn B

Het tweede onderdeel van het plan is het aansluiten van Librox op de bestaande transportband van de verpakkingsafdeling naar magazijn B.

Dagelijks worden er op Librox 120 ton likstenen geproduceerd. Deze likstenen moeten in magazijn A of magazijn B opgeslagen worden. Een heftruck kan ongeveer 2 ton per keer vervoeren. Als er op een dag bijvoorbeeld 60 ton aan likstenen naar magazijn B moet dan veroorzaakt dit 60 heftruckbewegingen (2 ton per keer wegbrengen en dan leeg terug rijden) bij de doorgang van magazijn A naar magazijn B. Als de Librox afdeling wordt aangesloten op de bestaande transportband scheelt dat dus in dit voorbeeld 60 heftruckbewegingen.

Om het magazijn volledig te kunnen benutten en een eventuele doorgang van magazijn A naar de Kanaalweg te maken (onderdeel 1), is het gewenst om het transport zoveel mogelijk door de lucht plaats te laten vinden. Het is belangrijk dat de producten van Librox niet alleen op de transportband naar magazijn B kunnen komen, maar ook rechtstreeks in magazijn A, omdat sommige producten hier opgeslagen zijn. Er moet dus een uitwerpmogelijkheid blijven in magazijn A.



Figuur 15 Automatisch transport van magazijn A naar magazijn B

Figuur 15 laat de plaats van het automatisch transport zien. Het transport is aangegeven met de roze lijn.

4.4.3 Onderdeel 3: automatisch pallettransport magazijn B naar magazijn C

Het derde onderdeel van het plan is om het pallettransport van magazijn B naar magazijn C automatisch te laten verlopen. Er zijn voor dit automatische transport 3 opties waaruit Salt Specialties kan kiezen:

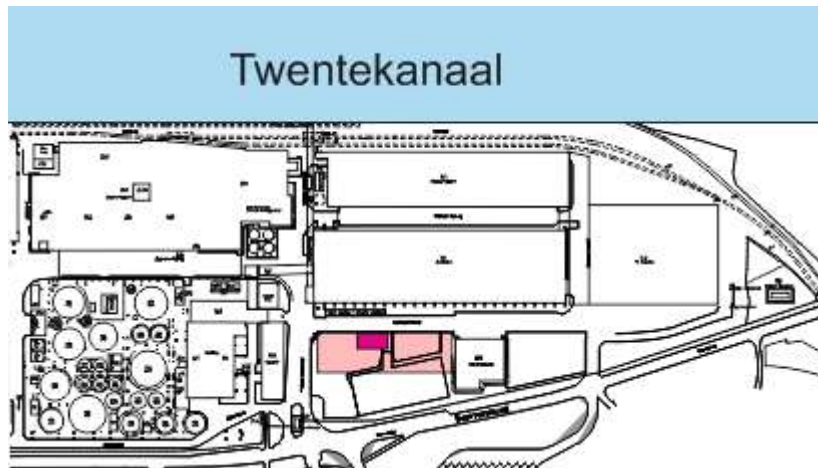
- Optie 1: De eerste optie is om aan de oostzijde van magazijn B de bestaande transportband omhoog te laten gaan waardoor de band ruim boven de doorgang naar de kanaalzijde loopt. De band moet dan in magazijn C weer naar beneden lopen.
- Optie 2: De bij optie 1 genoemde transportband kan ook op de grond blijven. Gevolg hiervan is dat de doorgang naar de Kanaalweg tussen magazijn B en C niet meer te gebruiken is. Het heftruckverkeer dat naar de Kanaalweg moet, kan nu alleen nog gebruik maken van de doorgang tussen magazijn A en magazijn B.
- De derde optie is om een automatisch transport te realiseren door middel van automatic guided vehicle (AGV's). In dat geval worden de pallets over de grond vervoerd, maar is de doorgang naar de Kanaalweg nog steeds te gebruiken.

Als één van de opties van onderdeel 3 wordt uitgevoerd dan hoeven er geen heftrucks met producten van de verpakkingafdeling te rijden van magazijn B naar magazijn C. Ook kan Salt Specialties besluiten om een doorgang te maken in magazijn C naar de plek waar in de huidige situatie de containerlading plaatsvindt. Wanneer behalve onderdeel 3 ook onderdeel 1 is uitgevoerd zou er op de huidige plek van de containers buitenopslag mogelijk zijn. Door de aanleg van het automatisch transport naar magazijn C (onderdeel 3), kunnen producten van zowel Librox als de verpakkingafdeling met automatische transporten naar magazijn C gebracht worden en dan met heftrucks door magazijn C naar de buitenopslag gereden worden. Hierdoor is het niet nodig om met deze producten over dezelfde route te rijden als de vrachtwagens.

4.4.4 Onderdeel 4: Extra silo's voor droogzout bij buitenopslag

Het vierde onderdeel van het plan is het plaatsen van twee silo's met verlaadmogelijkheid met droogzout op een klein stukje van de buitenopslag locatie. De verloren opslagruimte kan worden gecompenseerd door de huidige plaats van de containers te gebruiken als opslaglocatie.

De silo's moeten 800 à 1000 ton opslagcapaciteit hebben. Door het plaatsen van de twee extra silo's kan het grootste deel van de siloauto's die normaal bij de D-silo beladen worden nu beladen worden in een kortere, logische, U-vormige route over het terrein. De siloauto's komen nu binnen via poort 3, rijden rechtstreeks naar het verlaadpunt en verlaten het terrein via poort 2. Bovendien is er extra verlaad- en opslagcapaciteit. Tijdens de brainstormsessie kwam onder andere naar voren dat er behoefte is deze extra verlaadcapaciteit.

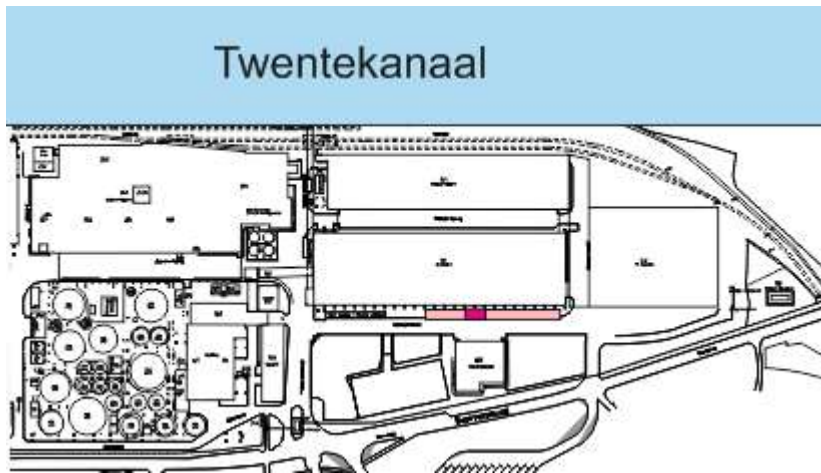


Figuur 16 Plaatsen silo's voor droogzout

Figuur 16 laat zien waar de silo's mogelijk geplaatst kunnen worden (lichtroze). Donkerroze geeft aan hoeveel ruimte twee silo's ongeveer in nemen (schatting op basis van grootte huidige D-silo).

4.4.5 Onderdeel 5: Plaatsen silo's voor mengzout tegen C-silo

Het vijfde onderdeel van het plan behelst het plaatsen van twee mengzoutsilo's met verlaadmogelijkheid tegen de C-silo aan. Dit kunnen kleine silo's zijn met een capaciteit van 100 ton per stuk. Op dit moment wordt mengzout terplekke gemengd en in de mengzoutauto gestort. Er is dus geen opslagcapaciteit. Door twee silo's te plaatsen is er wel opslagcapaciteit. Het is dan minder hinderlijk als een vervoerder van mengzout niet op de afgesproken tijd op het terrein aanwezig is. Verder zou er door het plaatsen van deze silo's een kortere, logische, U-vormige route over het terrein ontstaan waarbij de weegbrug in de route ligt. Hier hoeft een mengzoutauto dan niet meer voor om te rijden. De mengzoutauto komt nu binnen via poort 3, rijdt rechtstreeks naar het verlaadpunt en verlaat het terrein via poort 2.



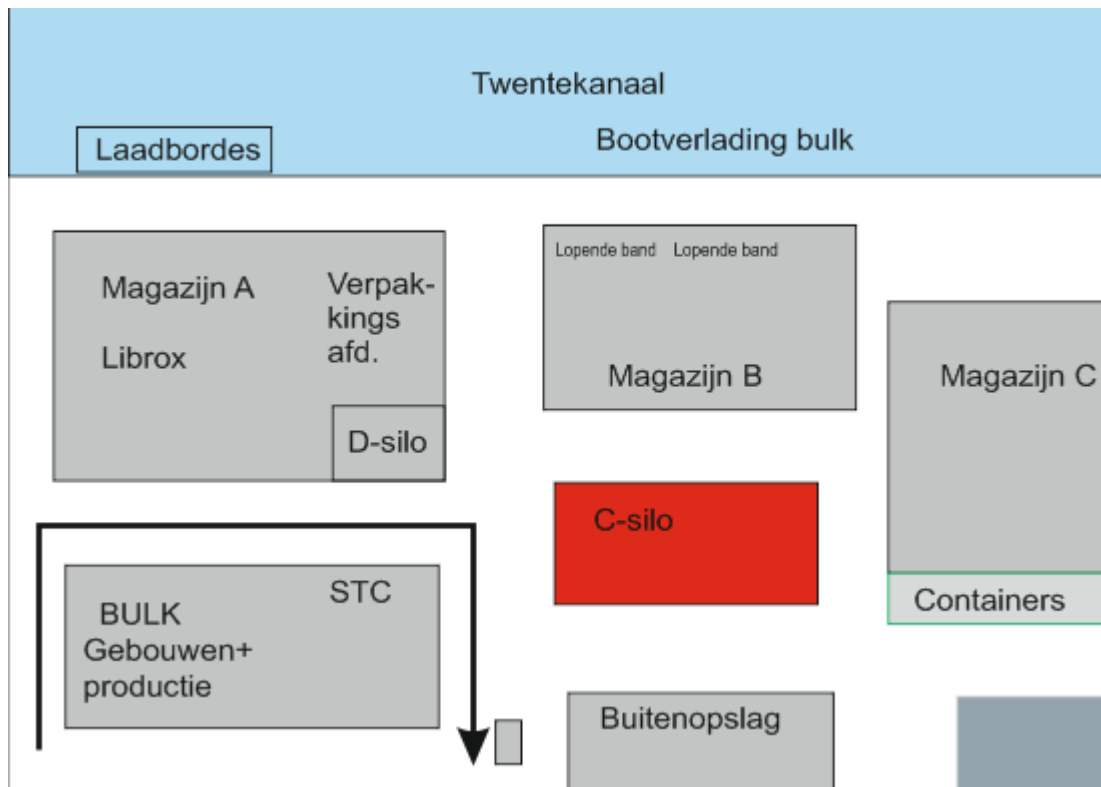
Figuur 17 Plaatsen silo's voor mengzout

In figuur 17 geeft waar de silo's geplaatst kunnen worden (lichtroze). Donkerroze geeft een schatting van de grootte van twee silo's aan.

4.4.6 Onderdeel 6: Gebruiken poort 1,5 voor U-vormige routes

Het laatste onderdeel van het plan is het verleggen van de route van GHE-auto's. Deze komen het terrein op dit moment op door poort 2. Dit wordt poort 1,5. Eventueel geldt dit ook voor de siloauto's en de mengzoutauto's afhankelijk van het wel of niet (geheel) uitvoeren van onderdeel 4 en 5. Als poort 1,5 gebruikt wordt, kunnen de GHE-auto's (en eventueel de siloauto's) een U-vormige route rijden waarin ze niet hoeven te keren. Het verkeer voegt dan samen op de Hoofdweg zoutbedrijven in plaats van elkaar daar te kruisen.

Om de openstelling van poort 1,5 te realiseren zal Salt Specialties bij deze poort cameratoezicht moeten plaatsen, zodat de lokettist de poort in de gaten kan houden en bedienen. Verder moet de bocht naar de Zoutverwerkingsweg vrij gehouden worden van pallets. Tenslotte is er buiten de poort een opstelplaats nodig. Deze opstelplaats is nodig, omdat anders de bocht om het terrein via poort 1,5 op te gaan niet gemaakt kan worden door vrachtauto's.



Figuur 18 Route bij gebruik poort 1,5

Figuur 18 laat zien welke route gereden wordt door vrachtwagens GHE als poort 1,5 gebruikt wordt als ingang.

4.5 Resultaten

Paragraaf 4.5.1 bespreekt effecten van het invoeren van de onderdelen op de verkeersveiligheid van het terrein. In paragraaf 4.5.2 volgt een tabel met scores van de verschillende onderdelen op de criteria.

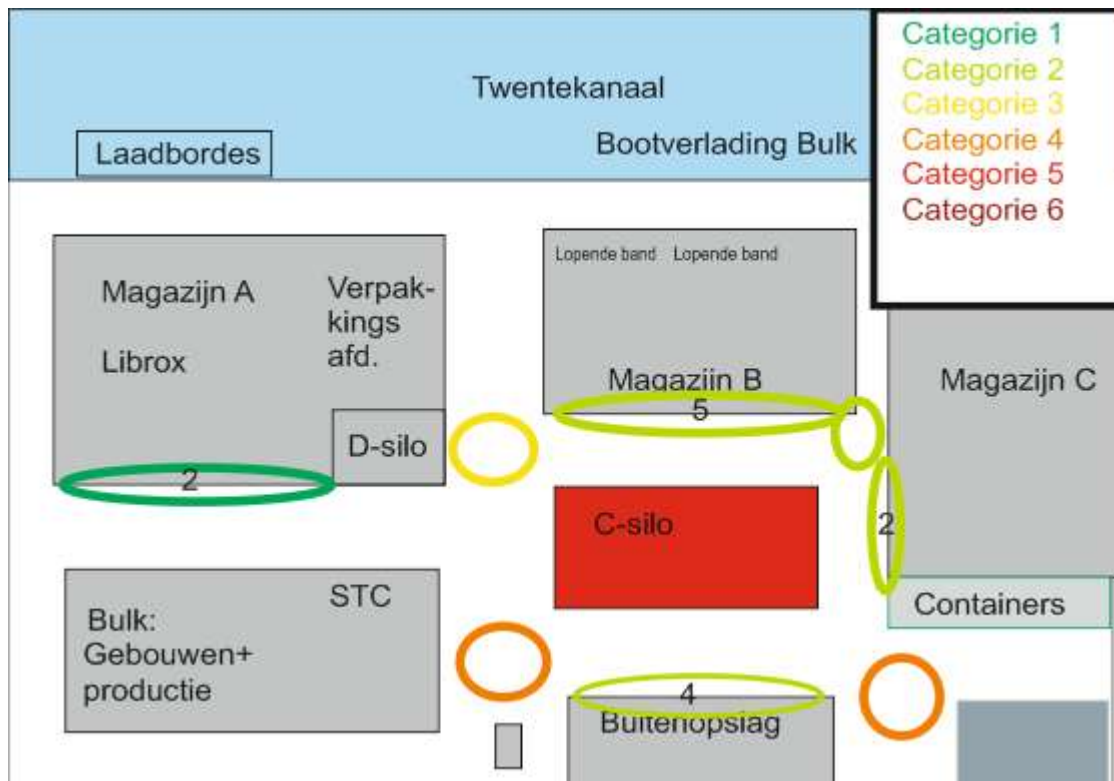
4.5.1 Verbeteringen verkeersveiligheid

Wanneer alle bovenstaande plannen worden uitgevoerd dan zijn er nog 17 knelpunten door kruisend verkeer. Er is nog één plek waar achteruit gereden wordt, maar hier is geen ander verkeer. De intensiteit van de knelpunten is afgenomen of gelijk gebleven (zie figuur 18). Het feit dat er nog 17 knelpunten over blijven is onder andere te wijten aan de randvoorwaarde dat de vrachtwagens, die producten komen halen die binnen opgeslagen liggen, ook binnen verladen moeten worden. Zodoende blijven er knelpunten bestaan in de overdekte verlaadgang bij de magazijnuitgangen. Uit deze uitgangen komen namelijk de heftrucks die de vrachtwagens moeten beladen. Deze zouden misschien opgelost kunnen worden door de vrachtwagens op laadplaatsen rechtstreeks tegen het magazijn te plaatsen. Hier moeten dan rolluiken zitten en een laadgang waardoor de heftrucks van binnenuit de vrachtwagen kunnen beladen. Dit idee is vanwege tijdsbeperkingen niet geheel uitgewerkt maar zullen we opnemen in de lijst van aanbevelingen in hoofdstuk 5.

Verder rijden bijna alle 'derden' nu in één richting over het terrein. Alleen de containerwagen rijdt bij uitvoering van alle onderdelen een stukje tegen de rijrichting van alle andere verkeerssoorten in. Ook wanneer de verlaadmogelijkheden bij de nieuwe silo's niet afdoende zijn en zodoende de oude verlaadplaatsen gebruikt moeten worden, rijden de siloauto's voor mengzout een stukje tegen de rijrichting van de andere verkeerssoorten in.

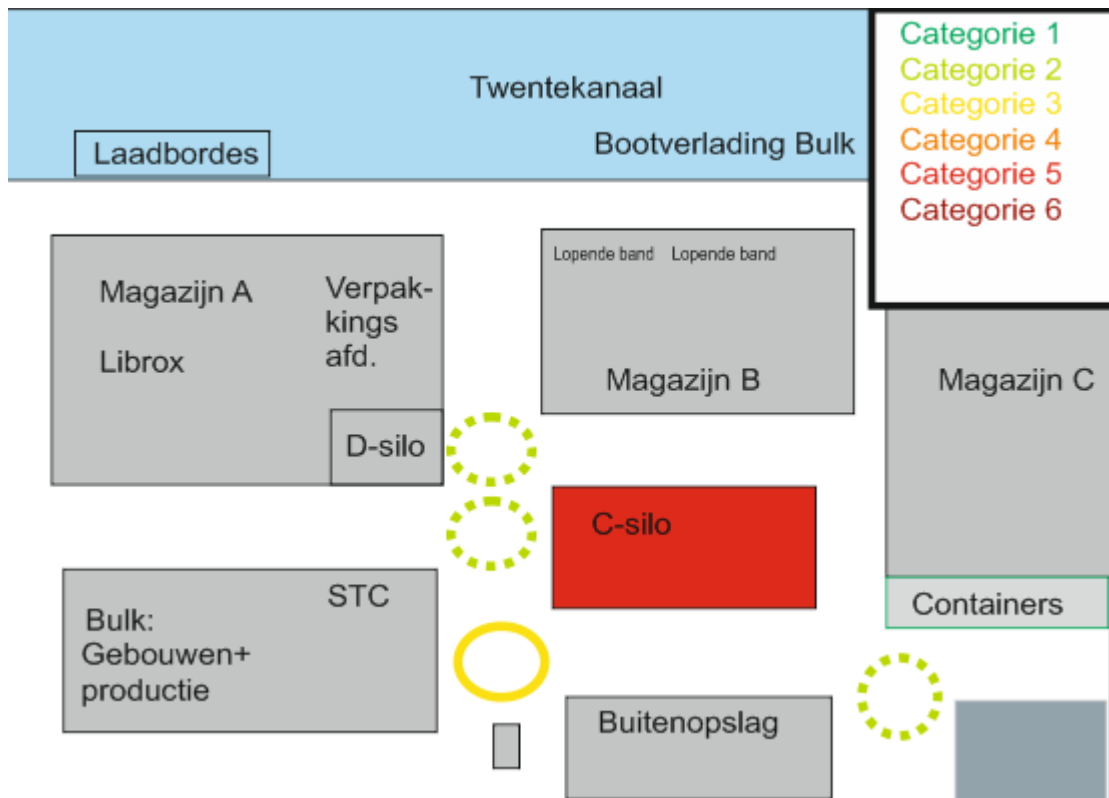
Tenslotte beperken we waar mogelijk de eigen bewegingen; heftruckbewegingen worden overgenomen door automatische transportmiddelen.

De volgende figuren laten zien waar op het terrein nog knelpunten zijn. Ze laten ook de knelpunten in de huidige en de nieuwe situatie zien als we de heftrucks niet meenemen in het aanwijzen van knelpunten. Dit laatste doen we omdat de heftrucks een onzekere factor zijn. Met de uitvoering van onder andere het automatisch transport verminderen we de hoeveelheid heftruckbewegingen aanzienlijk. We weten echter niet hoeveel deze vermindering precies bedraagt. Ook weten we niet zeker of heftrucks daadwerkelijk elke dag op iedere plek tenminste 50 keer rijden.



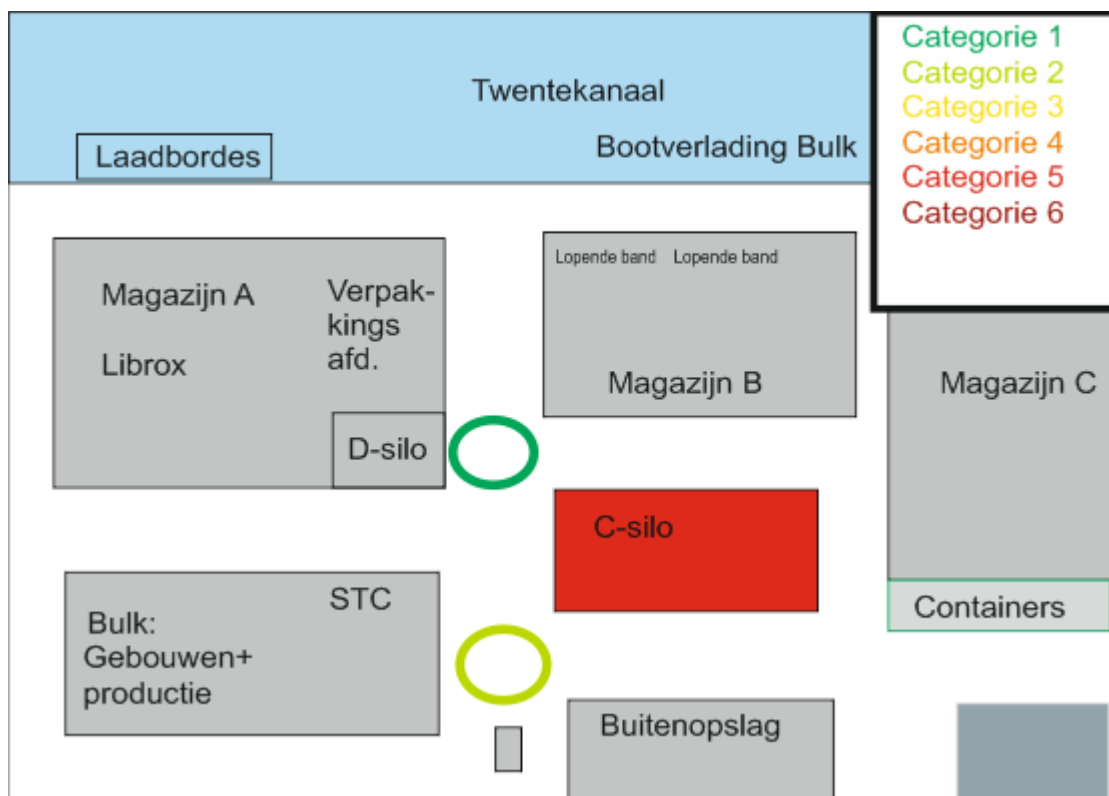
Figuur 19 Knelpunten nieuwe situatie inclusief heftrucks

Figuur 19 is een overzicht van de knelpunten als alle onderdelen worden uitgevoerd. Er zijn nu nog 17 knelpunten en er wordt op geen enkel knelpunt achteruit gereden. Bovendien zijn er geen knelpunten meer in de hoogste categorie, terwijl dat in de huidige situatie nog voor 2 knelpunten het geval is. Ook zijn er geen knelpunten in categorie 5, waar in de huidige categorie 2 knelpunten in deze categorie vallen. Er zijn in totaal 2 knelpunten verdwenen (waarvan 1 knelpunt uit categorie 5). De 2 meest hinderlijke knelpunten (categorie 6) zijn veranderd in knelpunten in categorie 4. Tenslotte is geen enkel knelpunt in een hogere categorie terecht gekomen.



Figuur 20: Knelpunten in de huidige situatie zonder heftrucks

Figuur 20 laat zien dat wanneer de heftrucks niet meegerekend worden er in de huidige situatie 4 knelpunten zijn waarbij er op 3 van deze knelpunten achteruit gereden wordt. Er vallen dan 3 knelpunten in categorie 2 en 1 knelpunt in categorie 3.



Figuur 21: Knelpunten in de nieuwe situatie zonder heftrucks

Figuur 21 laat zien dat wanneer we de heftrucks buiten beschouwing laten er nog 2 knelpunten zijn in de nieuwe situatie. Er wordt niet meer achteruit gereden. Er is 1 knelpunt in categorie 1 en 1 knelpunt in categorie 2. Er is halvering van het aantal knelpunten. Bovendien is er een vermindering van 100% van de knelpunten door achteruitrijdend vrachtverkeer.

Uit de figuren 19, 20 en 21 concluderen we dat veel van de knelpunten (met name bij de magazijnuitgangen) veroorzaakt worden door heftruckbewegingen. We raden Salt Specialties dan ook aan om het aantal heftruckbewegingen op de routes van het overige verkeer te verminderen (onder andere door de invoering van automatisch transport).

Uit de figuren 20 en 21 concluderen we dat door het invoeren van de U-routes en het eenrichtingsverkeer de routes van derden nauwelijks meer kruisen.

4.5.2 Criteria en randvoorwaarden

Alle onderdelen voldoen aan de randvoorwaarden. We scoren de onderdelen op de verschillende criteria in tabel 2. De mogelijke scores zijn ++, +, +/-, -, --. Hierbij staat een + voor: positief voor Salt Specialties en – voor negatief voor Salt Specialties. Met een score van ++ op kosten bedoelen we dus dat de kosten niet hoog zijn. Het criterium benodigde samenwerking met sBU Bulk vermelden we niet in de tabel, omdat voor geen van de onderdelen een betere samenwerking met deze sBU nodig is. Ook het criterium ‘mogelijkheden voor verladen van verschillende kanten’ laten we uit de tabel omdat de situatie voor vrachtwagens ‘verpakt’, waar dit criterium betrekking op heeft, niet verandert.

	1: Containers	2: transport A→B	3: transport B→C	4: droogzout silo	5: mengzout silo	6: poort 1,5
Kosten	++	+/-	+/-	--	--	+
Baten	+	++	++	+/-	+/-	+/-
Veiligheid	+/-	+	+	++	++	++
Uitvoerbaarheid	++	+/-	+/-	-	-	++
Effectiviteit	+/-	++	++	+	+	+/-
Duurzaamheid	+/-	++	++	++	++	+/-
Rijafstanden	+	++	++	nvt	nvt	nvt
Logica	+/-	nvt	nvt	+	++	+/-
Toekomstvisie	+	+	+	++	++	+/-

Tabel 2 Scores van de onderdelen op de criteria uit paragraaf 4.2

Tabel 2 laat zien hoe de verschillende onderdelen van het voorstel scoren op de criteria. De weegfactor van de criteria bepalen we echter niet. We kunnen niet beslissen of de *kosten* bijvoorbeeld zwaarder meewegen in de beslissing die Salt Specialties maakt dan *veiligheid*. Salt Specialties moet zelf overeenstemmen hoe zwaar de verschillende criteria meewegen in hun beslissing. De scores op de verschillende criteria nemen we wel mee in het implementatieadvies in de volgende paragraaf.

4.6 Implementatieadvies

Zoals te zien is in tabel 2 hangt aan de onderdelen een verschillend prijskaartje en ook zijn sommige onderdelen veel gemakkelijker te realiseren dan andere. Tenslotte speelt ook urgentie een rol. We adviseren om eerst de relatief goedkope en gemakkelijke oplossingen te implementeren. Daarna kan Salt Specialties de overige onderdelen uitvoeren, nadat er vervolg onderzoek is gedaan naar de daadwerkelijke consequenties, kosten en aanpassingen die gedaan moeten worden voor de uitvoering van deze onderdelen.

De kosten hebben we met behulp van logistiek manager Jan Heuvels ten opzichte van elkaar geschat. We denken dat het verplaatsen van de containers een relatief goedkope oplossing is. Het in gebruik nemen van poort 1,5 is een middel dure oplossing. De automatische transporten en het plaatsen van de silo's zijn dure oplossingen. Het is echter zo dat de automatische transporten het aantal

heftruckbewegingen vermindert. Dit is een belangrijke manier om de veiligheid te verbeteren (zie paragraaf 4.5). Het plaatsen van extra silo's voor droogzout is op lange termijn nodig om de verlaadcapaciteit te vergroten, maar de route naar de huidige D-silo is ook bevorderlijk voor de veiligheid wanneer de chauffeurs poort 1,5 gebruiken om het terrein op te gaan (U-route). Het plaatsen van deze silo's zou dus op de lange termijn kunnen gebeuren, wanneer het openen van poort 1,5 al wel plaats heeft gevonden. Het plaatsen van de mengzoutsilo's verbetert de veiligheid van het verkeer aanzienlijk, maar vanwege de hoogte van de kosten (en het geringe aantal auto's per dag) is dit ook een lange termijn oplossing.

We adviseren dan ook om op korte termijn de containerverlading te verplaatsen en poort 1,5 in gebruik te nemen, op middellange termijn de transporten van magazijn A naar magazijn B en van magazijn B naar magazijn C te automatiseren en op lange termijn de silo's te (ver)plaatsen. Wanneer poort 1,5 in gebruik wordt genomen, moeten behalve de GHE auto's ook de siloauto's voor droogzout hier gebruik van kunnen maken.

Hoofdstuk 5: Conclusie, discussie en aanbevelingen

In hoofdstuk 1 hebben we drie onderzoeksvragen opgesteld. Paragraaf 5.1 beantwoordt deze vragen. Paragraaf 5.2 bespreekt de beperkingen van het onderzoek. Paragraaf 5.3. bevat aanbevelingen.

5.1 Conclusie

Deze paragraaf beantwoordt de hoofdvraag door middel van de beantwoording van de drie onderzoeksvragen uit hoofdstuk 1.

De hoofdvraag van het onderzoek was: 'Hoe kunnen we de gereden routes zodanig veranderen, dat de veiligheid vergroot wordt? '

Om deze vraag te beantwoorden hebben we drie onderzoeksvragen opgesteld, namelijk:

1. Wat is de huidige situatie?
2. Wat zegt de literatuur?
3. Op welke manier(en) kan de ideale situatie het best benaderd worden?

In de huidige situatie zijn er qua gemotoriseerd vervoer acht vaste routes, waarvan er zeven met regelmaat gereden worden. Het gaat om twee routes voor verpakte producten, één route voor wegzout, één route voor droogzout, twee routes voor mengzout (waarvan er één in principe alleen bij hoge uitzondering gebruikt wordt), één voor GHE en één voor de containerauto. Verder rijden over het gehele terrein heftrucks. Deze routes liggen niet vast. De heftruckchauffeur bepaalt per verplaatsing welke route genomen wordt.

In deze routes zijn 19 knelpunten door kruisend verkeer aan te wijzen en op 3 van deze knelpunten wordt achteruit gereden. Dit zijn de knelpunten door achteruitrijdend vrachtverkeer. Niet elk knelpunt is even hinderlijk. Op sommige knelpunten ontstaat minder vaak een kans op een kruising dan op andere knelpunten. We hebben daarom 6 verschillende categorieën vastgesteld.

De literatuur bevestigt ons vermoeden dat achteruitrijden/keren en kruisen gevaar opleveren en waar mogelijk moet dit dan ook voorkomen worden. De literatuur geeft aan dat het instellen van eenrichtingsverkeer een goede manier kan zijn voor het reguleren van de verkeersstromen over het terrein. Bij eenrichtingsverkeer wordt niet achteruitgereden of gedraaid. Een geschikte manier voor het in richten van het eenrichtingsverkeer is het gebruik van U-vormige routes.

Kruisen kan vervangen worden door samenvoegen. Dit is minder gevaarlijk dan kruisen. Verder is het beperken van de rijafstanden gunstig voor de efficiëntie van het verladen en opslaan van goederen.

In de ideale situatie wordt er dus niet gekruist. Dit kunnen we het best benaderen door zo **min mogelijk bewegingen te maken met heftrucks**. Hierdoor neemt het aantal kruisingen sterk af. Bovendien wordt er in de ideale situatie niet achteruit gereden. Door **de meeste routes U-vormig** te maken wordt het achteruit rijden door vrachtverkeer voorkomen. In de U-vorm wordt slechts in één richting gereden waardoor er meer ruimte in de route ontstaat door het ontbreken van tegengesteld verkeer. Deze nieuwe U-routes worden mogelijk gemaakt door het **(ver)plaatsen van verlaadpunten**. Door een **extra poort in gebruik te nemen** kan aan de westelijke kant van het terrein ook een U-route gecreëerd worden. De U-routes van zowel de oostelijke als westelijke richting voegen nu samen in het midden van het terrein.

Wanneer deze oplossingen ingevoerd worden, blijven er nog 17 knelpunten over. Dit lijkt een kleine verbetering, maar er is een grote verbetering in de intensiteit van deze knelpunten. De hoogste 2 categorieën komen niet meer voor. Bovendien worden 15 van deze knelpunten veroorzaakt door heftruckbewegingen, terwijl de hoeveelheid heftruckbewegingen onzeker is. We hebben daarom ook een vergelijking gemaakt van de huidige en de nieuwe situatie zonder heftruckbewegingen en daar is grotere verbetering te zien.

5.2 Discussie

Deze paragraaf stelt de onderzoeksresultaten ter discussie. We geven de beperkingen aan van het onderzoek en beschrijven wat de gevolgen van deze beperkingen zijn voor de resultaten van het onderzoek.

Het bepalen van de knelpunten door kruisend verkeer en de bijbehorende categorieën hebben we gedaan op basis van niet nader bepaalde kansen. Alleen verhoudingen tussen kansen zijn weergegeven en hiermee is een kruispunt ingedeeld in een bepaalde categorie. Omdat de routes van de heftrucks niet vast liggen en het aantal bewegingen per dag van een heftruck op een bepaalde locatie ook niet, hebben we hier een behoorlijke aanname moeten doen, namelijk dat heftrucks overal meer dan 50 keer per dag rijden. Dit lijkt op de meeste plaatsen zeer plausibel, maar dit hoeft niet elke dag overal het geval te zijn. Gevolg hiervan is dat het zou kunnen voorkomen dat een locatie de ene dag in categorie 5 valt maar op een andere dag misschien in een lagere categorie. Op zich verandert dit gegeven de oplossingen niet. Er werd immers gestreefd naar zo min mogelijk kruisingen. Wat wel zou kunnen veranderen is het aantal knelpunten in een bepaalde categorie.

We hebben kruisingen van heftruckverkeer onderling buiten beschouwing gelaten, omdat de heftruckchauffeurs in een ploeg werken en weten wie waar mee bezig is. Bovendien zijn zij volledig gewend aan de locatie en weten waar de plaatsen zijn waar ze moeten opletten. Er zijn op het terrein echter dus veel meer plaatsen waar gekruist wordt (en misschien wel veel frequenter dan de kruisingen die nu zijn aangegeven) dan de plaatsen die we in het onderzoek aangeven als knelpunt door kruisend verkeer. Er zouden echter door onoplettendheid, vermoeidheid, het ontbreken van ervaring bij de nieuwe heftruckchauffeurs of verandering van ploegen ook incidenten kunnen ontstaan op deze kruisingen.

Voetgangers en fietsers zijn omwille van inperking van het onderzoek, hun goede zicht en hun korte /niet bestaande remweg buiten het onderzoek gehouden. Zij vormen echter wel een zeer kwetsbare groep verkeersdeelnemers die niet beschermd worden door enige kooiconstructie. Een incident tussen een gemotoriseerd voertuig en een voetganger of fietser zou juist een incident kunnen zijn met een grote impact. Daarom moet bij het implementeren van de daadwerkelijke oplossing wel degelijk rekening gehouden worden met deze verkeersdeelnemers.

5.3 Aanbevelingen

Deze paragraaf bevat een aantal aanbevelingen. De aanbevelingen zijn te onderscheiden in aanbevelingen voor verder onderzoek (5.3.1) en algemene aanbevelingen (5.3.2).

5.3.1 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Een aantal ontwerpen verdient aanbeveling om verder onderzocht te worden. Deze paragraaf zet deze onderwerpen op een rijtje.

- De kosten van de verschillende oplossingen.
- De aanpassingen die gedaan moeten worden bij de palletopslag onder de luifel van de Zoutverwerkingsweg om de bocht vrij te houden voor het verkeer dat het terrein op gaat via poort 1,5.
Hoe kan er genoeg ruimte gecreëerd worden om het verkeer elkaar te laten passeren op de Zoutverwerkingsweg; kan de palletopslag op de Zoutverwerkingsweg blijven op de manier zoals dat nu gebeurt?
- De mogelijkheden die AGV's bieden om automatisch transport te verzorgen.
Kunnen deze wagens voldoende gestuurd worden, zodat er geen confrontatie tussen AGV en overig verkeer kan ontstaan; wat zijn de voor- en nadelen van AGV ten opzichte van een transportband. Wegen de hoge kosten wel op tegen de voordelen van AGV?
- Het aantal heftruckbewegingen dat bespaard kan worden door invoering van automatisch transport.
- De rol en plaats van voetgangers en fietsers op het terrein.
Hoe verplaatsen voetgangers en fietsers zich het veiligst over het terrein?
- Het transport van het droogzout en mengzout naar de nieuw te bouwen silo's.
Is de capaciteit van het bestaande pneumatische transport groot genoeg om hier gebruik van te maken? Moet er een nieuwe vorm van transport gerealiseerd worden?
- De routes binnen de magazijnen.
Zijn de kruisingen van heftrucks onderling te voorkomen of te verminderen?
- De capaciteit van de huidige transportband.
Kan de huidige transportband extra producten verplaatsen vanaf Librox of moet er een aparte band vanaf Librox naar magazijn B gerealiseerd worden?
- De benodigde bewegwijzering en signalering.
- Het vergroten van de uitrijd-capaciteit door het gebruik van het loket aan twee zijden.
Is het mogelijk om aan twee zijden van het loket het terrein te verlaten als alleen de containerauto de toegangszijde van poort 2 gebruikt?
- Precieze locaties waar silo's geplaatst kunnen worden.
- Mogelijkheid voor een opstelplaats voor poort 1,5.
- Mogelijkheid tot just-in-time (JIT) produceren voor de containerverlading.
Hoeveel van de producten kan Salt Specialties JIT produceren? Hoeveel opslagruimte heeft men nodig in magazijn A voor de producten die niet JIT geproduceerd kunnen worden?
- Mogelijkheid om de vrachtwagens in de laadgang de beladen vanuit het magazijn.
Zie paragraaf 4.5.1

5.3.2 Algemene aanbevelingen

Deze paragraaf bespreekt algemene aanbevelingen. Dit kan over allerlei zaken gaan. Het zijn zaken die de onderzoeker zijn opgevallen tijdens het verblijf bij Salt Specialties.

- Op dit moment wordt er gewerkt met twee verschillende heftruckgroepen (die bestaan uit verschillende ploegen), namelijk een productiegroep en een verladingsgroep. De productiegroep plaatst geproduceerde goederen in de magazijnen, terwijl de verladingsgroep de vrachtwagens belaad. De heftrucks van de beide groepen rijden dus altijd beladen naar hun bestemming, respectievelijk magazijn of verlaadplaats, maar onbeladen weer terug. Wanneer Salt Specialties de groepen combineert, kunnen men wellicht combinaties maken. Een productieheftruck die een product in een magazijn heeft gezet, kan dan wellicht op de terugweg een product uit dat magazijn meenemen naar een verlaadplaats. Verder zou een productieheftruck een product dat op dat moment verladen wordt rechtstreeks naar een

verlaadplaats kunnen brengen. Dit zou het aantal heftruckbewegingen aanzienlijk kunnen verminderen. Bovendien weten de heftruckchauffeurs dan nog beter wie ze waar tegen kunnen komen. Dit vergroot de veiligheid van de chauffeurs.

- Op dit moment krijgt iedereen jaarlijks een instructievideo te zien over veiligheid en ontvangt daarna een 'stop and go- card'. Op deze kaart staat wat je wel moet doen (go) en wanneer je je werkzaamheden moet onderbreken (stop). Een zelfde soort kaart zou kunnen worden gemaakt voor vrachtwagenchauffeurs. De chauffeur krijgt een kaart mee van de locatie waar visueel kenbaar wordt gemaakt welke route hij/zij moet rijden en waar zich punten bevinden die een extra voorzichtige benadering behoeven. Verder kan op deze kaart de maximumsnelheid en de verplichte beschermende kleding worden aangegeven. Een chauffeur mag het terrein pas betreden wanneer hij/zij de kaart kan laten zien. Indien de chauffeur (nog) niet in bezit is van een dergelijke kaart, moet hij/zij bij het loket deze in ontvangst nemen waarbij de kaart wordt uitgelegd.
- In ziekenhuizen worden routes naar een bepaalde afdeling vaak aangegeven met een gekleurde lijn op de vloer. Zo kan iemand die onbekend is in het ziekenhuis een dergelijk afdeling gemakkelijk vinden. Salt Specialties zou op deze manier ook de routes kunnen markeren, waardoor het voor iedereen meteen duidelijk is waar ze moeten rijden en de aandacht gevestigd kan worden op het veilig rijden. Bovendien is er dan wellicht geen heftruck nodig die de chauffeur de weg wijst op het terrein.
- Het valt op dat door sommige verkeersdeelnemers de maximumsnelheid genegeerd wordt. Het is in het belang van ieders veiligheid om deze strikt te handhaven.

Bibliografie

Akzo Nobel. *AkzoNobel optimale opslagstrategie (Rij afstanden)*.

AkzoNobel. (sd). *Start*. Opgeroepen op 12 5, 2011, van Intranet Akzo Nobel:
<http://one.akzonobel.intra/bu/111/SL/HGL/Pages/start.aspx>

Bartholdi, H. (2011). *Warehousing and distribution science*. Atlanta: the supply chain and logistics institute.

Brouwer, B. v. (1996). *Recente ontwikkelingen in verkeersonveiligheid*. Opgeroepen op februari 2, 2012, van Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid: <http://www.swov.nl/rapport/R-96-18.pdf>

Brown, V. R. (2002). Making group brainstorming more effective: Recommendations from an associative memory perspective *Current Directions in Psychological Science*. 208–212.

Caron, F. M. (1998). Routing policies and COI-based storage policies in picker-to-part systems, *International Journal of Production Research* , 713-732.

Crawford, R. (1954). *The techniques of creative thinking*. New York: Hawthorn Press.

de Bakker, V. (2011). *Herinrichting van het locatietransport bij Akzo Nobel Hengelo*. Enschede: Universiteit Twente.

Esmeijer, C. (1996). *Toegepaste interne logistiek*. Deventer: Kluwer Bedrijfswetenschappen.

Geen, R. G. (1985). Evaluation apprehension and response withholding in solution of anagrams *Personality and Individual Differences*. 293–298 .

Hausman, W. S. (1976). Optimal storage assignment in automatic warehousing systems. *Management Science* , 629-638.

Health and Safety Executive. (sd). *One-way systems*. Opgeroepen op Januari 19, 2012, van HSE:
<http://www.hse.gov.uk/pubns/wpt15.pdf>

Health and Safety Executive. (sd). *Reversing*. Opgeroepen op januari 19, 2012, van HSE:
<http://www.hse.gov.uk/pubns/wpt20.pdf>

Hicks, M. (2004). *Problem solving and decision making*. Londen: Cengage Learning EMEA.

Muther, R. (1974). *Systematic Lay-out Planning*. Boston: Cahnerns Books.

Osborn, A. F. (1957). *Applied imagination: Principles and procedures of creative problem-solving*. New York: C. Scribner's Sons .

Tompkins. (1984). *Facility planning*. Danvers.

VanGundy. (1981). *Techniques of structured problem solving*. New York: Van Nostrand Reinhold.

VanGundy, A. B. (1983). Brainwriting for new product ideas: An alternative to brainstorming. *Journal of Consumer Marketing* , 67–74.

Visser, H., & van Goor, A. (2009). *Werken met logistiek*. Groningen: Noordhoff uitgevers bv.

Zomer, A. M. (2011). *Beoordeling Verkeersveiligheid Salt Specialties Hengelo*.

Bijlagen

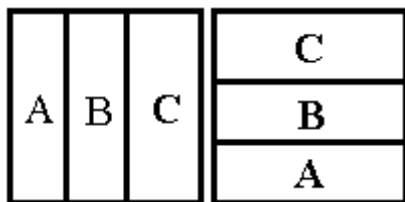
Deze sectie bevat de bijlagen waar de hoofdttekst naar verwijst.

Bijlage 1

De ABC-opslag methode is een opslag methode waarbij artikelen worden ingedeeld op basis van omslagfrequentie en percentage van het totale artikelbestand. Er zijn drie groepen te onderscheiden: de A-groep, de B-groep en de C-groep. In tabelvorm zien deze er als volgt uit.

Groep	Artikelbestand	Omslagfrequentie
A	20%	80%
B	30%	15%
C	50%	5%

De layout kan er op twee manieren uitzien, namelijk horizontaal of vertikaal.

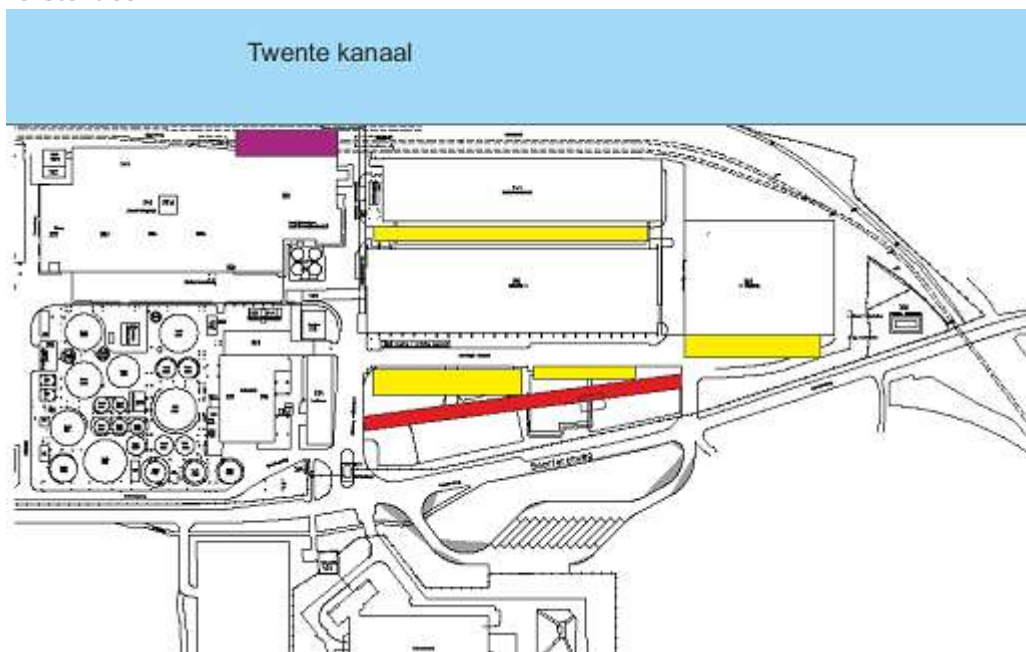


Wanneer er op deze manier opgeslagen wordt, kunnen grote besparingen op de reistijd worden gerealiseerd. (Caron, 1998), (Hausman, 1976)

Bijlage 2

Bijlage I laat zien wat de eerste ideeën waren van de onderzoeker. Ook vermeldt deze bijlage waarom desbetreffende ideeën niet toereikend waren.

Eerste idee



overzicht van het eerste idee:

Een laadgang voor alle vrachtwagens 'verpakt' op (een deel van de) plek waar nu de buitenopslag is. De vrachtwagens 'verpakt' voor zowel industrials als overige producten komen binnen via poort 3 en rijden de nieuwe weg op. Deze weg moet breed genoeg zijn om elkaar te passeren. De vrachtwagen

gaat op één van de aangewezen laadplekken gaan staan. Hier kunnen ze van 2 kanten beladen worden.

De weg is aangegeven als rode rechthoek.

Op de gele plekken kunnen Industrials opgeslagen worden, aangezien deel van huidige opslagruimte opgeofferd wordt aan de rode weg.

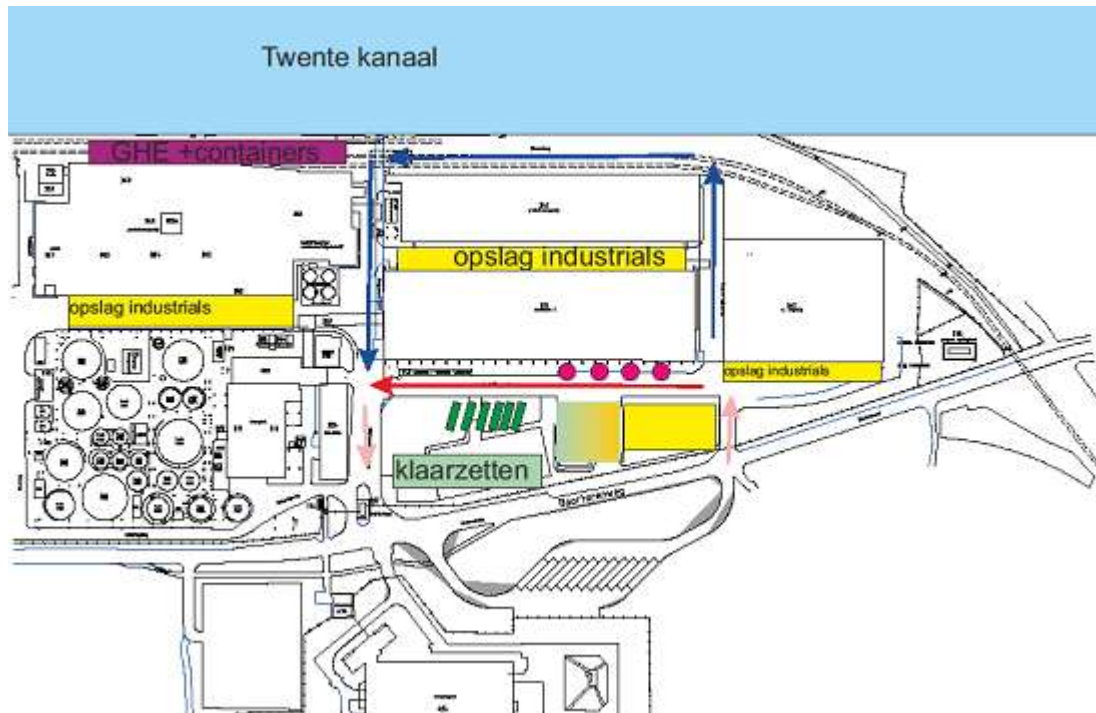
Bulk auto's (wegenzout) komen binnen via poort 3 en rijden naar huidige laadplek. Ze verlaten nadat ze over de weegbrug zijn geweest het terrein via poort 2.

Containerauto's komen via poort 2 naar binnen en halen de containers op bij de paarse rechthoek.

Siloauto's voor mengzout en vrachtwagen voor GHE rijden hun normale routes. OVERWEGING: weegbrug verplaatsen cq. Nieuwe weegbrug aanleggen vlak voor uitgang bij poort 2. Scheelt veel bewegingen over het terrein van siloauto's die mengzout komen halen.

Eventueel doorgang maken aan zuidkant van magazijn c, zodat heftrucks gemakkelijk bij opslag industrials kunnen komen.

Tweede idee



Idee twee is wellicht wat rigoureuus, maar levert veel op wanneer je kijkt naar vermindering van knelpunten.

Het idee is dat de routes met siloautos voor mengzout veel knelpunten veroorzaken. Als je de silo's waaruit zout gehaald kan worden op de plekken van de roze cirkels zou plaatsen dan komen alle silo auto's (inclusief de siloauto's voor bulk/wegenzout) binnen via poort 3, rijden over de weegbrug (indien nodig) en verlaten het terrein via poort 2 (route roze pijl+ rode pijl+roze pijl). De vrachtwagens 'verpakt' krijgen laadplekken op de plek waar nu Industrials worden opgeslagen (groen). Op de mintgroene plekken kunnen dan eventueel orders klaar gezet worden. Voor de rest rijden deze vrachtwagens de roze/rode route.

De GHE vrachtwagens en containerwagens komen binnen via poort 3 en volgen dan de roze pijl+ blauwe pijlen. GHE komt nu vanaf de andere kant magazijn A binnen. De GHE wagens en de containerwagens verlaat het terrein bij poort 2. De containers worden bij de paarse rechthoek geladen.

Op alle gele plekken is nu ruimte voor opslag van Industrials ontstaan. Eventueel extra doorgang aan zuidkant magazijn C.

Verkeersveiligheid op de productielocatie

Appendix: plattegronden

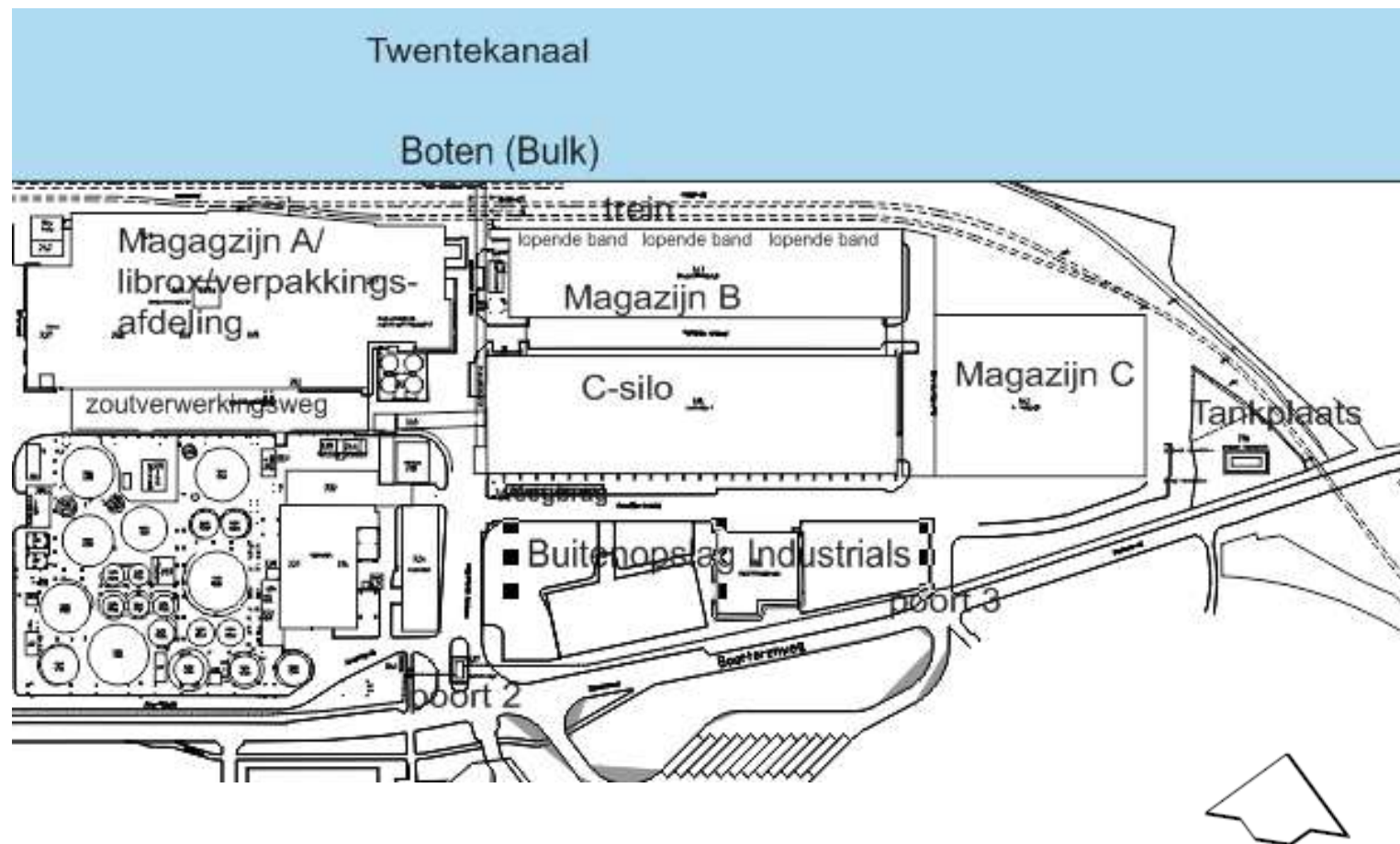


AkzoNobel

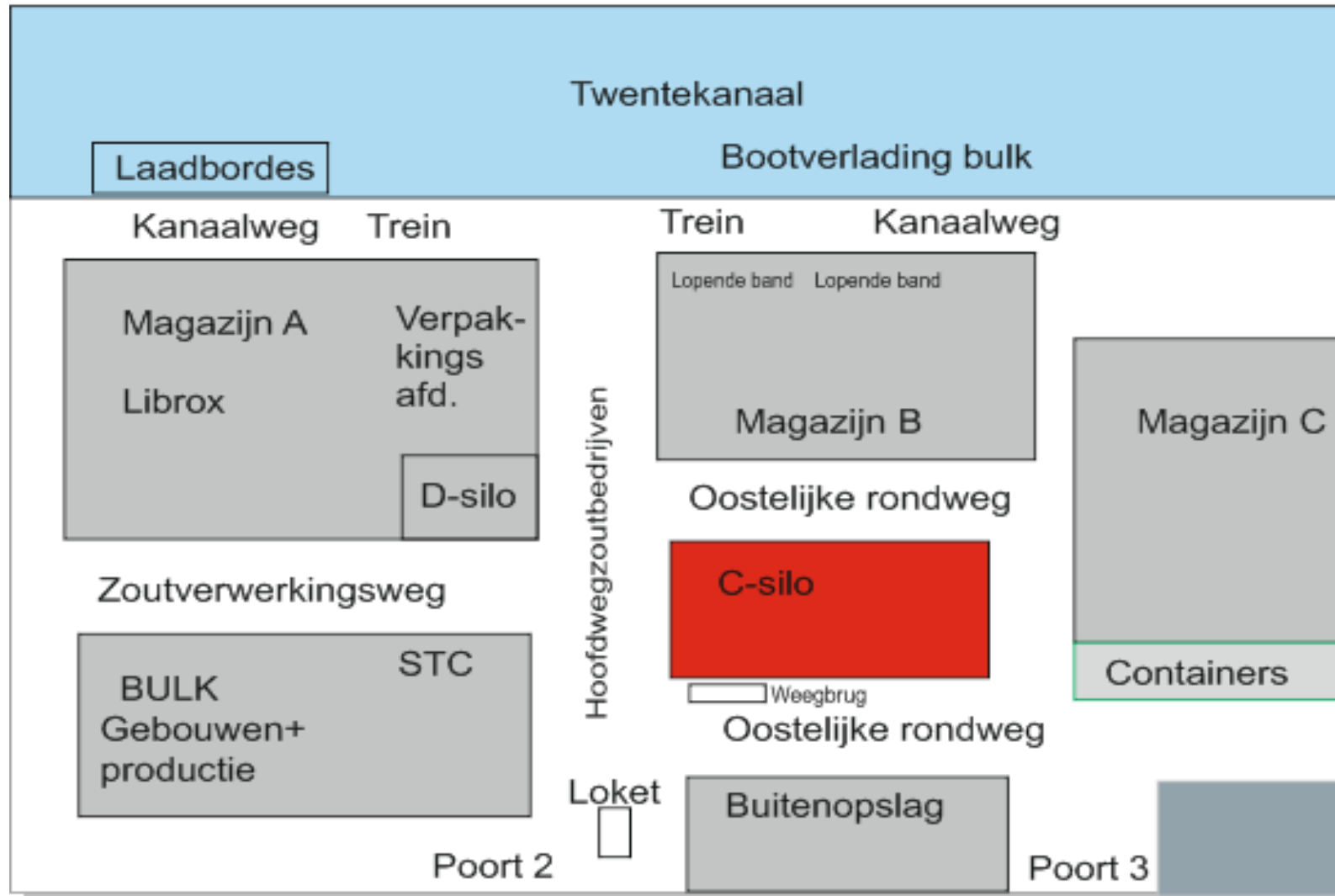
Tomorrow's Answers Today

Appendix

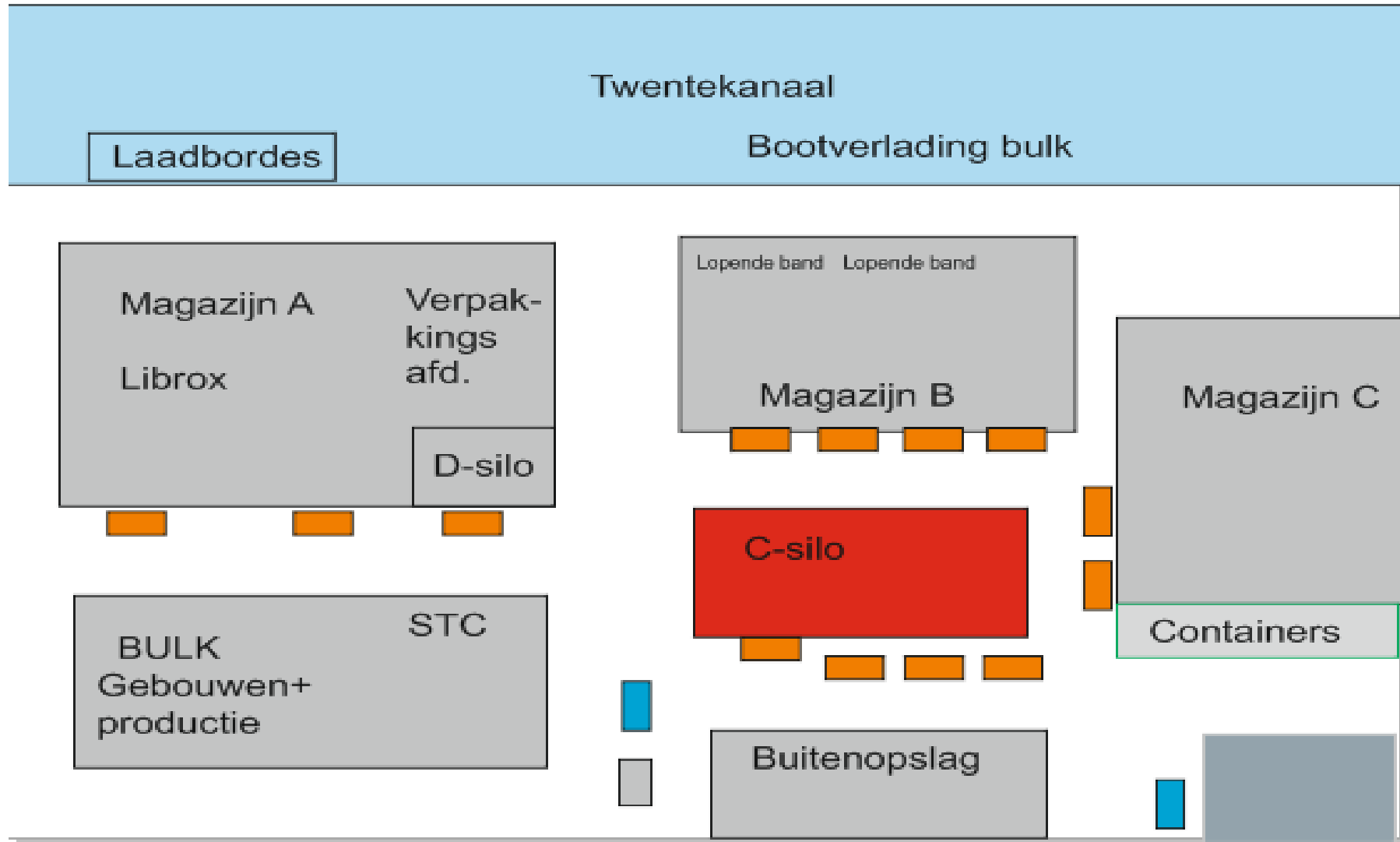
Figuur 1A Plattegrond locatie Hengelo



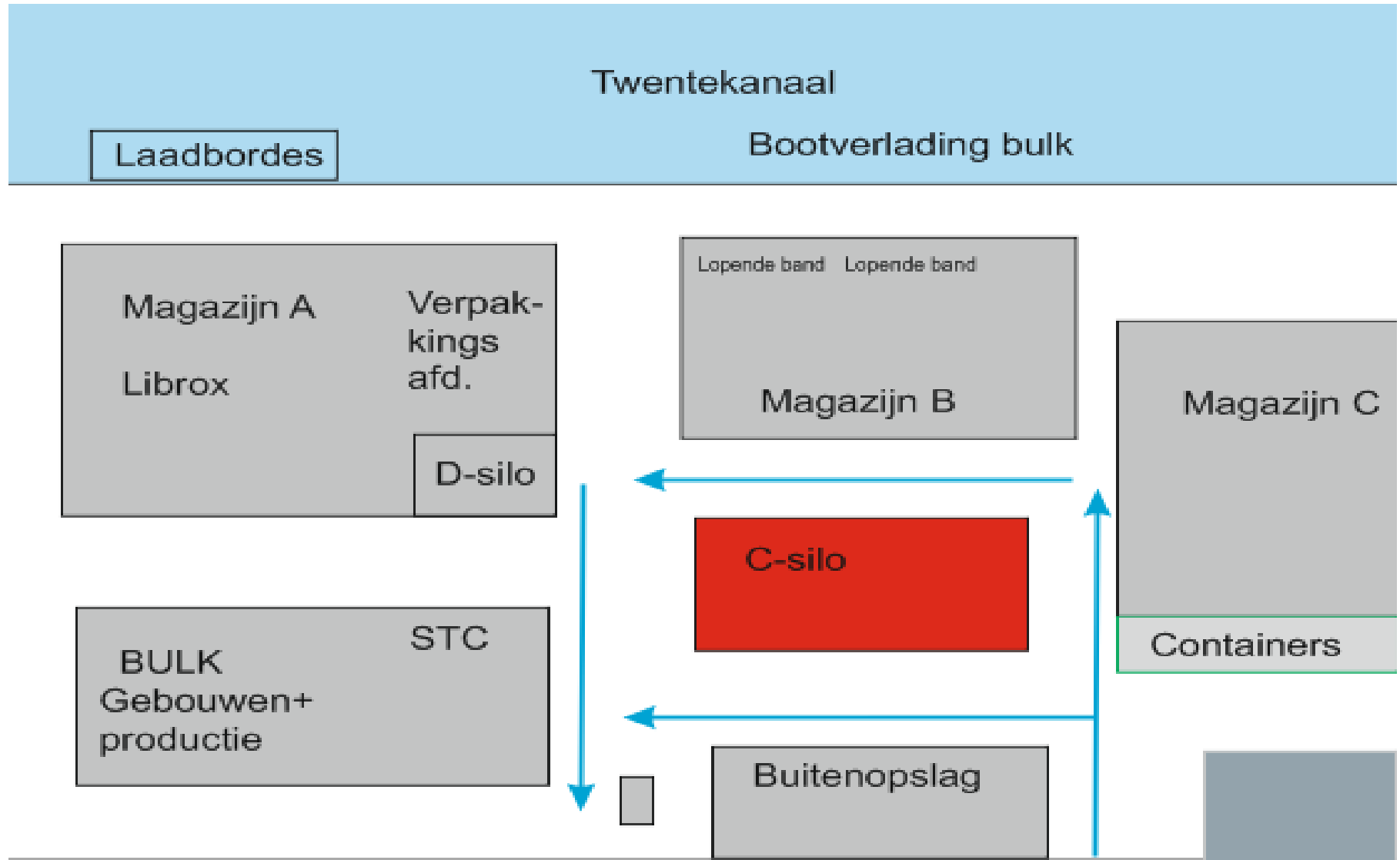
Figuur 1B Gesimplificeerde versie plattegrond locatie Hengelo



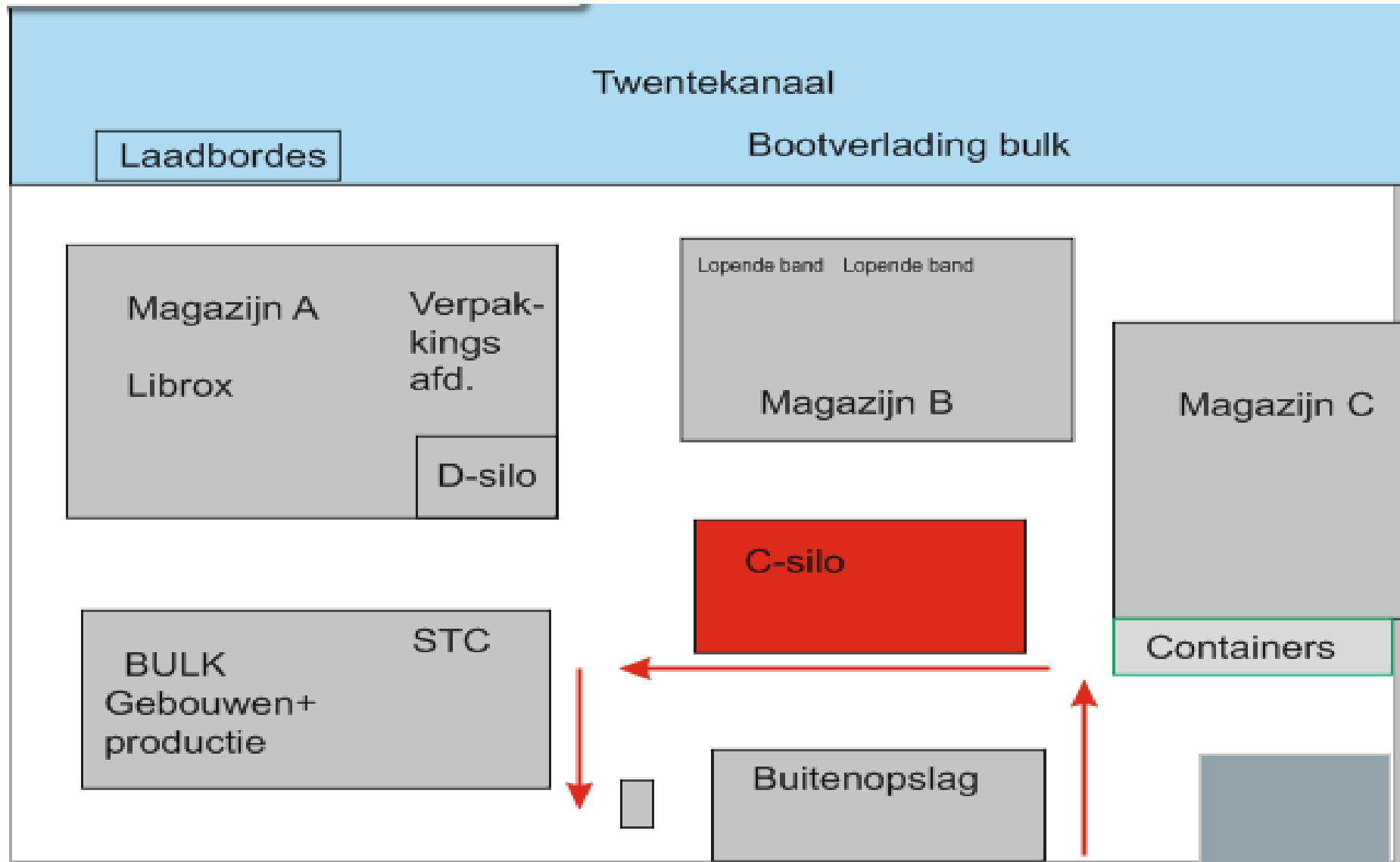
Figuur 2 Wachtplaatsen verkeer



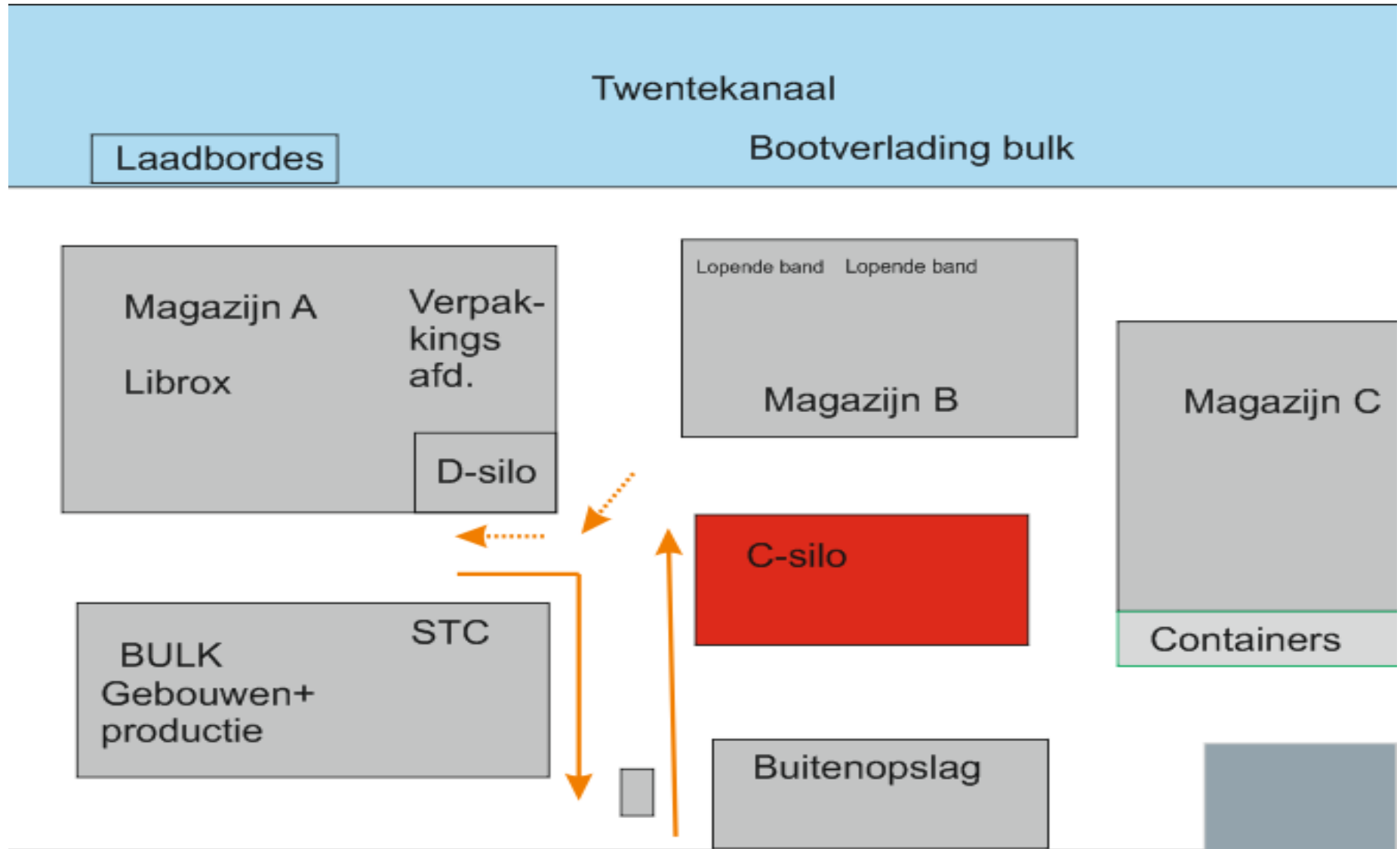
Figuur 3 Route vrachtwagens 'verpakt'



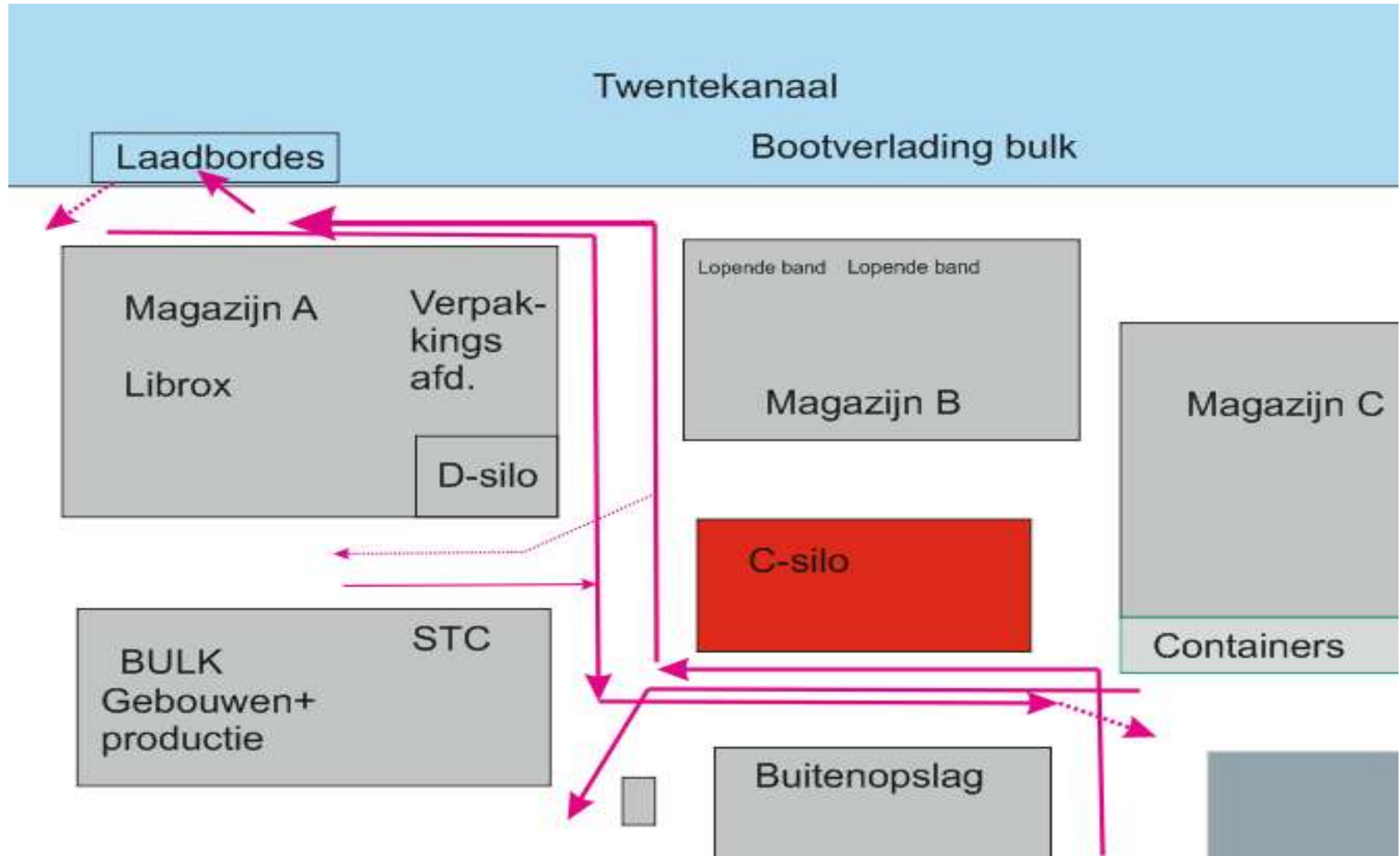
Figuur 4 Route gereden door vrachtwagens die wegezout komen halen



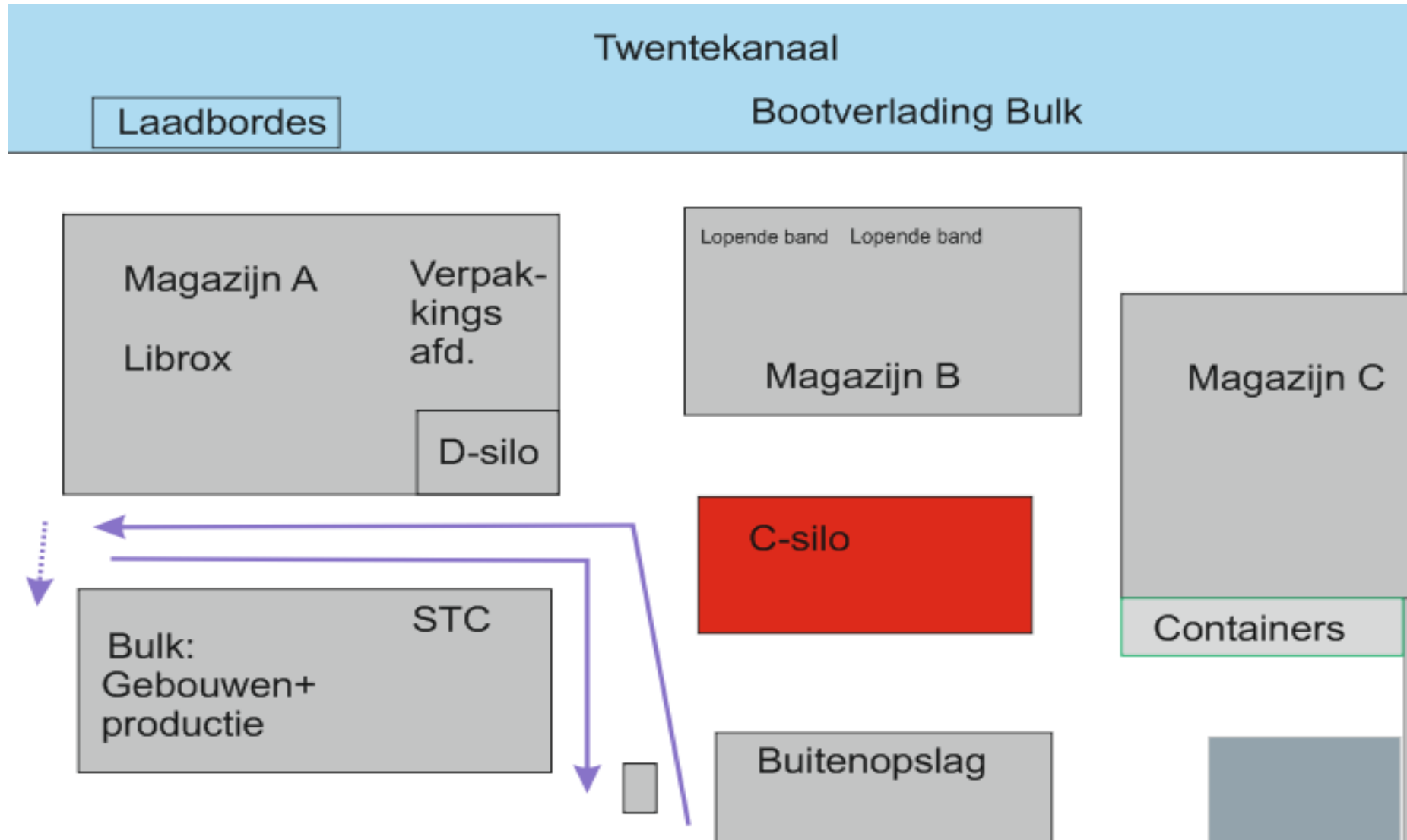
Figuur 5 Route siloauto's droogzout



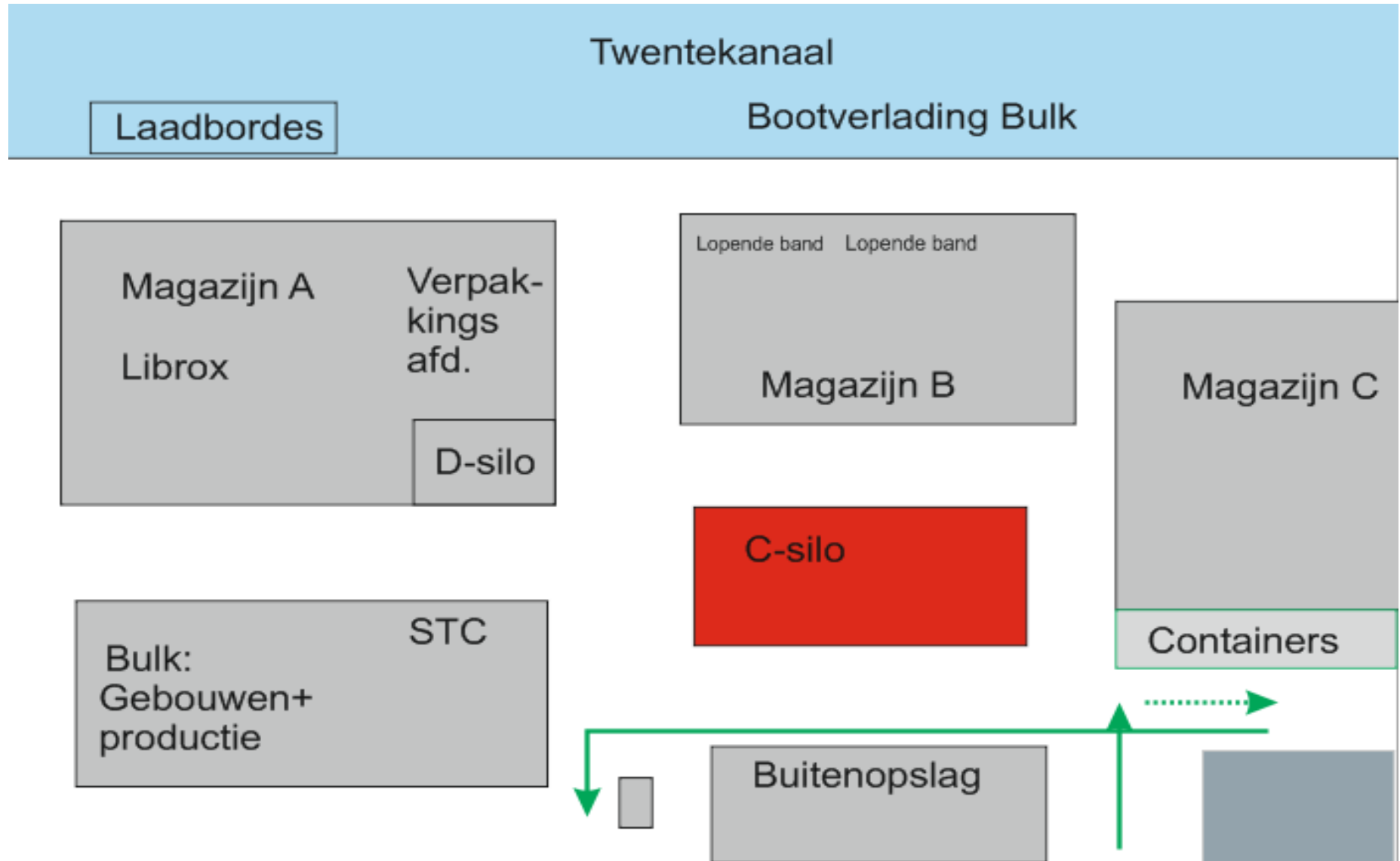
Figuur 6 Route mengzoutauto's



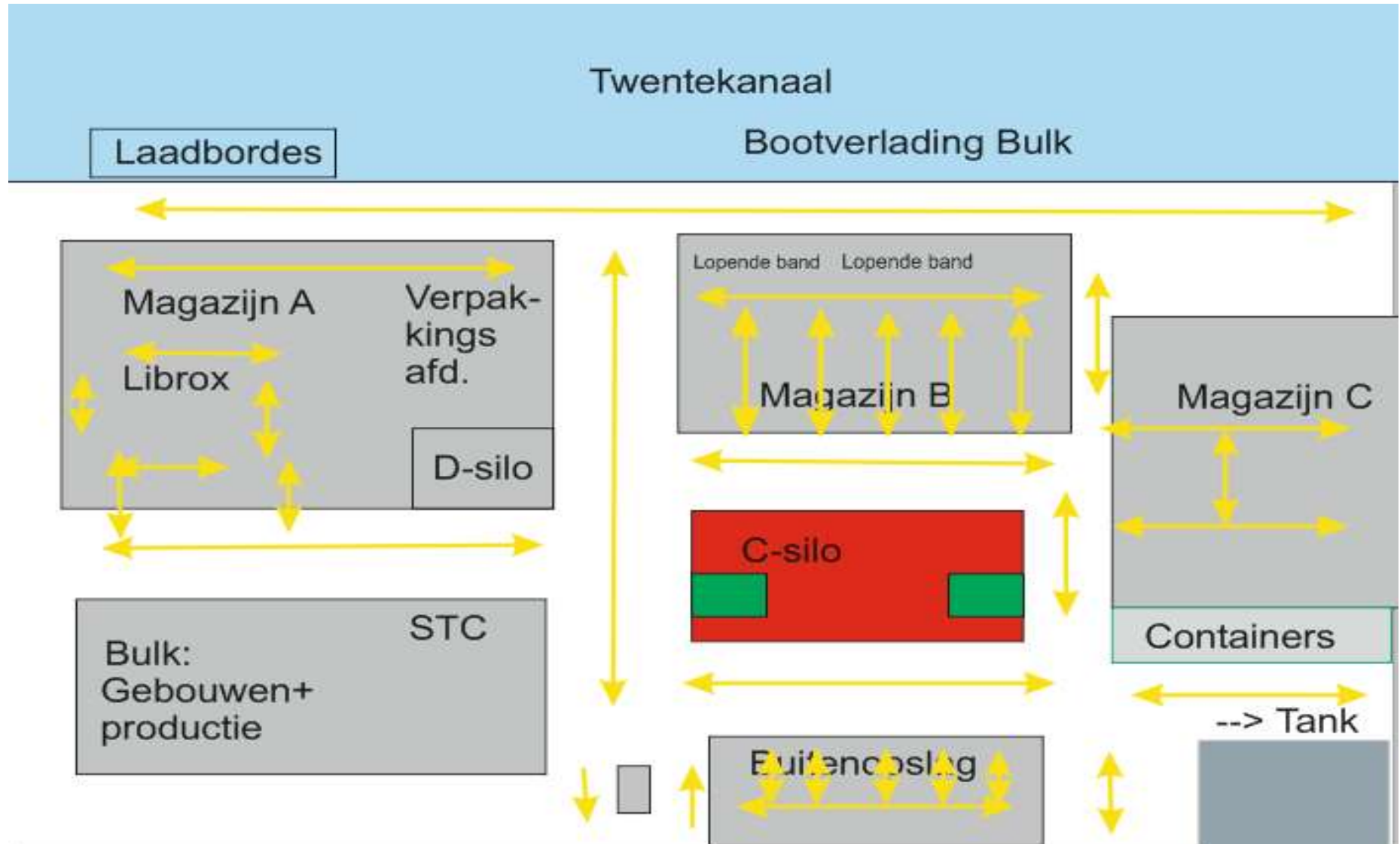
Figuur 7 Route vrachtwagens grondstoffen, hulpstoffen en emballage



Figuur 8 Route containerauto



Figuur 9 Route heftrucks en shovel



Figuur 10 Rijrichtingen op het terrein

