

Emissie monitoring Mobile werktuigen & Bouwlogistiek

Living Lab 'Katendrecht'

Geanonimiseerde versie

Niels Prins, Ronald Schoo
Delft, 4 oktober 2024

Inhoudsopgave

		Blz.	
1.	Inleiding	Emissiemonitoring Mobiele werktuigen & Bouwlogistiek	3
2.	Factsheets	Samenvatting resultaten viertal projecten	4
3.	Lessons learned	Belangrijkste bevindingen, input voor +1 kennisdeling	8
4.	Conclusies	Volgend op Lessons Learned	21
5.	Aanbevelingen	Mogelijke vervolgstappen	22
6.	Tollgate review	Hoe bepalen we go-/no-go voor een/het project?	23

Bijlagen

Emissiemonitoring Mobiele werktuigen & Bouwlogistiek

Living lab 'Katendrecht'

- Topsector Logistiek leidt een programma met als doel de bouwlogistiek te verduurzamen en schoner te maken, onder meer door stikstof- en CO2-reductie te realiseren. Dit programma is onderdeel van het Kennis- en Innovatieprogramma Emissieloos Bouwen dat deel uitmaakt van de overkoepelende routekaart Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB)
- Deze rapportage bevat de resultaten van het project Emissiemonitoring mobiele werktuigen en bouwlogistiek. Oorspronkelijk gericht op bouwprojecten in Rotterdam – Katendrecht en in combinatie met een zgn. gebiedsgerichte aanpak
- Door het ontbreken van geschikte projecten op de korte termijn, zijn Katendrecht projecten Emissiemonitoring en Gebiedsgerichte aanpak losgekoppeld. Voor emissiemonitoring zijn met name projecten buiten Katendrecht geselecteerd
- Naast een viertal factsheets met specifieke bevindingen, zijn lessons learned en aanbevelingen beschreven
- Voor de midden- en langere termijn komen naar verwachting voldoende nieuwe projecten in Katendrecht voor emissiemonitoring in aanmerking. Nieuwe living lab projecten kunnen zich hier op richten en gebruik maken van resultaten en lessons learned uit deze rapportage

Factsheet – Bouw appartementen

■ Data beschikbaar
■ Geen data beschikbaar

Project

- Realisatie van ca. 200 huurappartementen. Oplevering in Q4 – 2024

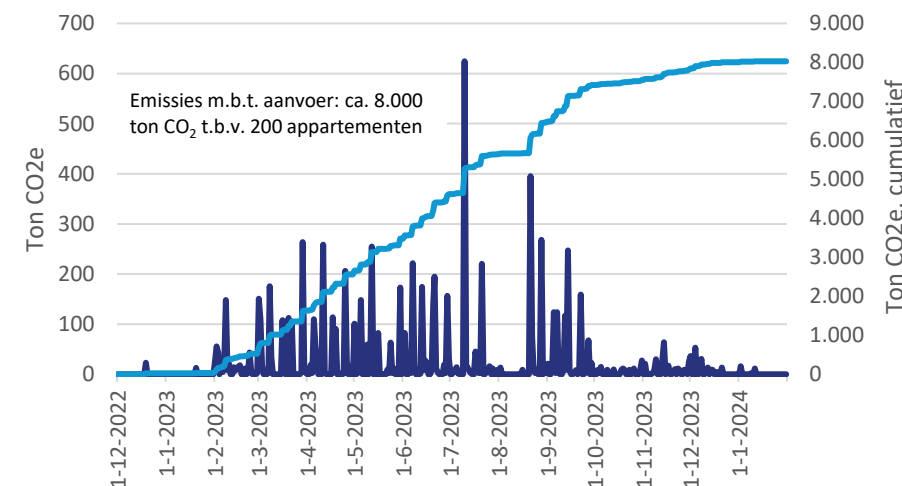


Beschrijving

- Hoofdaannemer verantwoordelijk
- Emissie monitoring omvat Logistiek (aanvoer) en mobiele werktuigen
- Incl. aanvoer van prefab elementen vanuit bouwhub
- Totaal bouwvolume: 200 appartementen



Meetresultaten gerelateerd aan aanvoerlogistiek



Toelichting emissie monitoring

- Registratie van alle aanvoer bewegingen via online portal(s). Periode dec. '22 t/m jan. '24. Omvat o.a. datum, tijd, leveranciersnaam. Voor bepalen van emissies is systeemdata verrijkt met o.a. herkomst, **volume indicatie** (FTL, LTL) en vervoerd gewicht
- Inzet van **ZE mobiele werktuigen**. Bouwkraan, goederenlift en heftruck voor lossen vrachtwagens. Stroomverbruik over periode 2022 en 2023 op maandniveau aangeleverd
- Mobiele werktuigen registreren aantal o.a. (hijs/hef) bewegingen. Betreft machine-gerelateerde. Hoofdaannemer bereid om deze data 2^e helft 2024 beschikbaar te stellen

Toelichting proces (zie ook 'Lessons learned')

- Aanvankelijk grote mate van bereidheid voor delen van informatie door projectleider. Verkrijgen van inzet- en verbruiksdata van mobiele werktuigen via Materieeldienst hoofdaannemer is gedurende looptijd project niet gelukt. Mogelijk in Q3 2024.
- Bedrijfsinrichting (maatschappijen) hoofdaannemer bemoeilijkt het delen en verkrijgen van data (geen centrale registratie/administratie)
- Voorzien was het combineren van verbruiksdata (factuur) en machine bewegingsdata om tot emissies per handeling te komen. Door gemis aan detaildata is slechts een analyse op totaalverbruik kWh mogelijk



Factsheet – Bouw woontoren

Project

- Sloop bestaand pand, realisatie van ca. 300 appartementen. Oplevering in Q4 – 2026



Beschrijving

- Hoofdaannemer verantwoordelijk
- Binnenstedelijk slopen van voormalig kantoor en realisatie nieuwbouw
- Emissie monitoring omvat **afvoeren** van uiteenlopende materiaalstromen naar verwerkers
- Totaal bouwvolume: 300 appartementen



Aanvoer

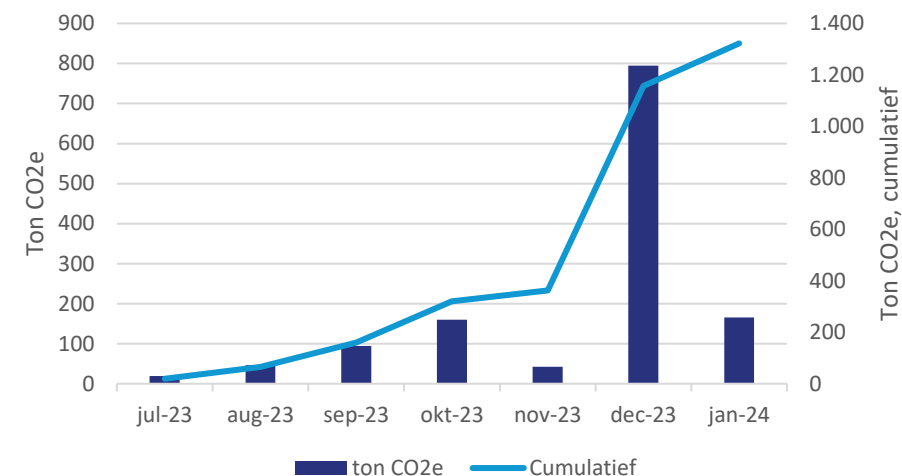


N.b.
werktuigen



Afvoer

Meetresultaten gerelateerd aan afvalstromen



Toelichting emissie monitoring

- Hoofdaannemer heeft **data** beschikbaar gesteld over afgevoerde tonnages sloopafval, gesplitst per productstroom
- De vervoerde tonnages (verschillende afvalverwerkers, verschillende afstanden tot de bouwplaats) zijn omgerekend naar emissies ('bronzen' data, gezien aannames en ontbreken van facturen)
- Afvoer van sloopafval telt op tot een totaal van 1.300 ton CO2e, voor sec. het transport
- **Onderaannemers** die het voormalige kantoor hebben gesloopt, waren niet bereid data (inzet, brandstof etc.) te delen van de door hen ingezette mobiele werktuigen

Toelichting proces (zie ook 'Lessons learned')

- De **investeerder** in het nieuw te realiseren pand, informeerde naar emissies tijdens de sloop en bouw. Als onderdeel van de gebruikte grondstoffen (Life Cycle Assessment)
- De **hoofdaannemer** van het project, zou in staat moeten zijn de informatie te verzamelen voor investeerder maar heeft dat niet gedaan
- Het programma van Topsector Logistiek had de hoofdaannemer kunnen helpen bij het verzamelen van de juiste data en het rapporteren over emissies
- Het gemis van een groot deel van de data resulteert in een gering aantal punten van lering

Factsheet – Bouw van appartementen

Project

- Bouw van 200 appartementen en gezinswoningen



Beschrijving

- Hoofdaannemer verantwoordelijk
- Aangeleverde data heeft betrekking op **aanvoer** van bouwmaterialen
- Totaal bouwvolume: 200 appartementen



Aanvoer

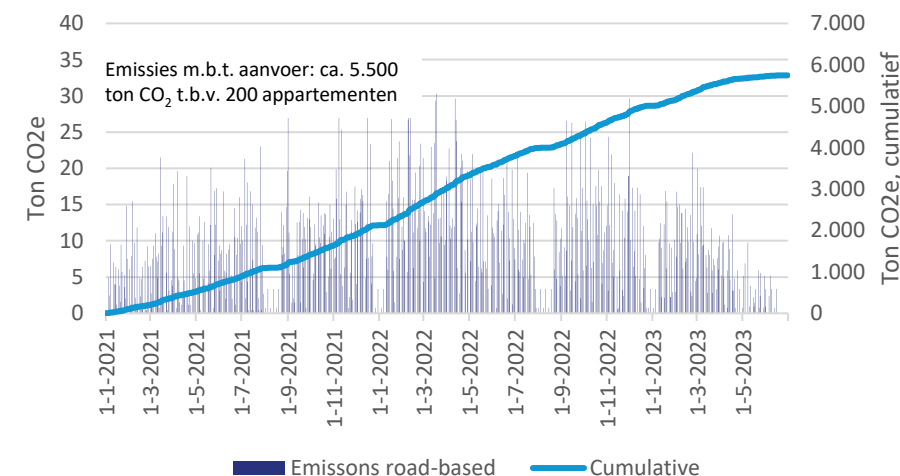


M.b.
werktuigen



Afvoer

Meetresultaten gerelateerd aan toelevering



Toelichting emissie monitoring

- Dit project is ons enige emissie monitoringsproject dat speelde op Rotterdam Katendrecht
- Het bouwproject was reeds opgeleverd bij aanvang van het Living Lab. Emissies zijn berekend vanuit retroperspectief.
- Om alsnog emissies te berekenen is door de hoofdaannemer historische ticketdata van project beschikbaar gesteld. Deze ticketdata betreft **aanvoer van bouwmaterialen**
- Data afkomstig van **mobiele werktuigen** was niet meer beschikbaar

Toelichting proces (zie ook 'Lessons learned')

- Ticketdata zijn gelogd via een online portal ten behoeve van operationele bouwplanning en omvatten o.a. datum, leverancier, bestemming, type goederen en enkele contactgegevens.
- Bij het registreren van de tickets is destijds geen rekening gehouden met gebruik t.b.v. emissieberekeningen. Derhalve zijn aannames m.b.t. ticket- en transportstatus en herkomst en geleverde volumes gemaakt om tot emissies te komen.
- Genoemde aannames zijn met de hoofdaannemer gevalideerd. We hebben dus een goede inschatting kunnen maken van herkomst en volume van geleverde bouwmaterialen

Factsheet – Mobiele werktuigen

Project

- Verschillende meettrajecten



Beschrijving

- Hoofdaannemer met onder aangenomen werk en voertuigen
- Doorlopend monitoren van emissies

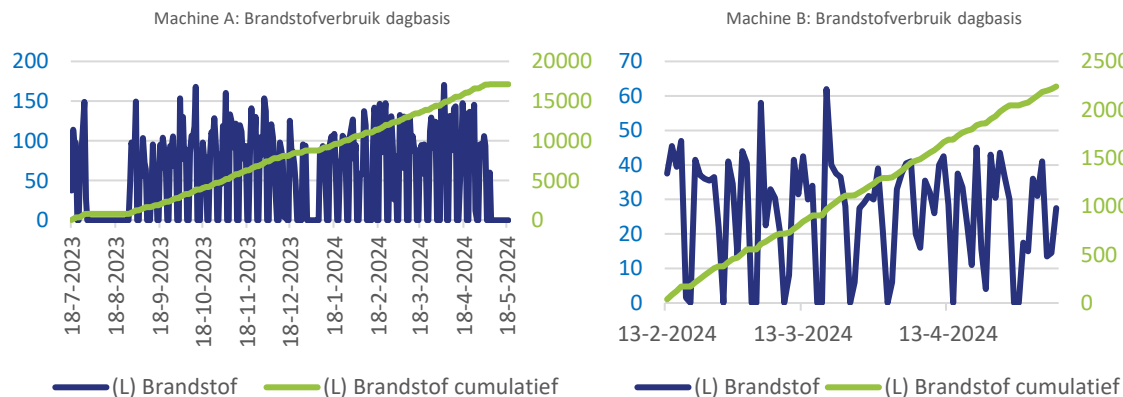


Sensoring

- Toepassing van CAN-bus sensoring
- Overleg via aannemer met onderaannemer
- Machine-eigenaar en onderaannemer zijn niet dezelfde partij: machines worden ingehuurd
- Toestemming van toepassing sensoring kan alleen via machine-eigenaar
- Beide machinefabrikanten hebben een relatief open dataformat, in tegenstelling tot andere machinefabrikanten. Data uit de boordcomputer is uitleesbaar en bruikbaar

Toelichting emissie monitoring

- Emissie monitoring via portal (met link naar data-lakehouse)



Toelichting proces (zie ook 'Lessons learned')

- **Onder aangenomen werk** maakt communicatie langer
- Onderaannemers moeten van A tot Z meegenomen worden in alles
- De druk om te moeten rapporteren ontbreekt volledig
- De vraag naar emissie monitoring van de hoofdaannemer ontbreekt volledig
- De wil om mee te werken met dergelijke metingen is laag
- (potentiële) participanten zijn eerder bang dan enthousiast

Lessons learned

Gebaseerd op de projecten die we (gedeeltelijk) hebben gemonitord, hebben we een aantal Lessons learned opgesteld. Deze lessen zijn op de navolgende pagina's nader uitgewerkt, waarbij onderstaande indeling is aangehouden:

1. Achtergrond en 'setting the scene'
2. Ticketsystemen geschikt voor bepalen van emissies van Bouwlogistiek
3. Bewegingsdata ZE mobiele werktuigen en energieverbruiksdata geschikt voor emissie monitoring
4. Omvang bouwafval stromen vooraf lastig te bepalen
5. Commitment van hoofdaannemer voor verkrijgen van emissiedata noodzakelijk
6. Monitoring en rapportage fundament voor emissiebepaling

1. Achtergrond en 'setting the scene'

In het huidige tijdperk van klimaatverandering en milieubewustzijn staan bouwbedrijven onder toenemende druk om hun ecologische voetafdruk te verkleinen en duurzame bouwmethoden te omarmen. Dit betekent dat bedrijven niet alleen verantwoordelijk zijn voor het minimaliseren van hun impact op het milieu, maar ook voor het transparant rapporteren van hun voortgang en prestaties op het gebied van duurzaamheid.

Naast de noodzaak om duurzame materialen te kiezen (vaak duurder dan traditionele materialen) moeten de bouwbedrijven hun energieverbruik tijdens bouwprojecten verminderen. Optimaliseren van bouwprocessen, inzetten van energie-efficiënte of ZE-machines, gebruik van hernieuwbare energiebronnen op de bouwplaats (groene stroom, biodiesel) en recycling/hergebruikprogramma's zijn cruciale onderdelen van deze initiatieven.

Om succesvol te zijn in de energietransitie, moeten bedrijven investeren in opleiding en training van bestaand en nieuw personeel om hen te voorzien van de kennis en vaardigheden die nodig zijn voor duurzame bouwpraktijken. Tijdens de transitie speelt de Topsector een belangrijke rol als aanjager van de innovatie en het opzetten van (test-) programma's die de bedrijven kan helpen.

De samenwerking tussen verschillende partijen (architecten, (onder-)aannemers, leveranciers, investeerders, overheidsinstanties) is van essentieel belang. Alleen met samenwerking kan de bouwindustrie voldoen aan de nieuwe eisen en kan ze een rol spelen in de wereldwijde inspanningen tegen klimaatverandering.

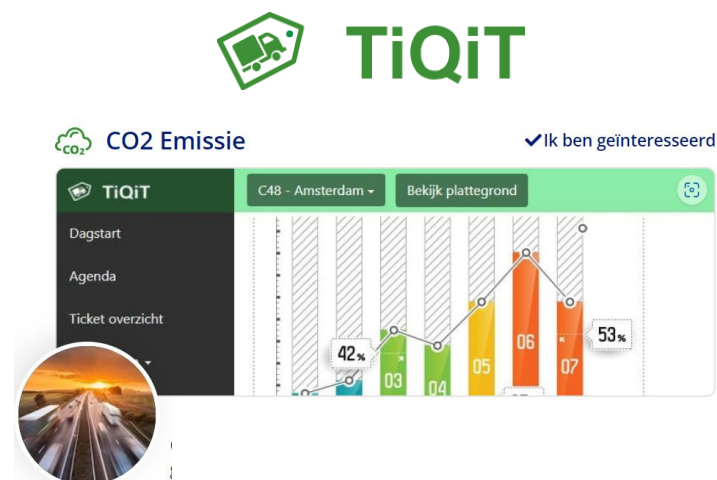
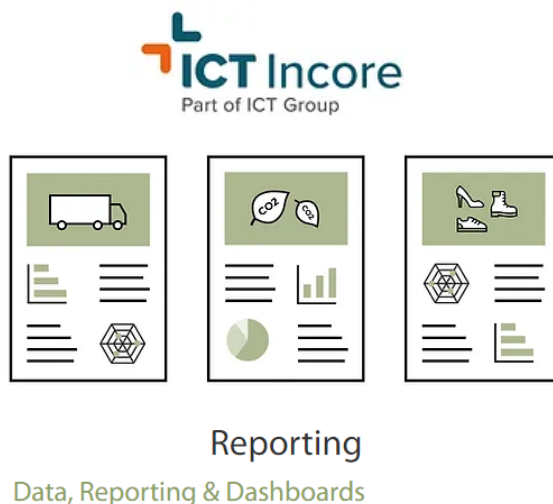
Alleen ga je sneller, samen kom je verder.

2. Ticketsystemen geschikt voor bepalen van emissies van Bouwlogistiek, echter toevoegen van datavelden resulteert in beter resultaat ^{1/2}

- Veelal wordt gedurende de bouwfase een ticket reserveringssysteem ingezet. Een dergelijk systeem wordt tijdens de bouw gebruikt voor het toekennen van tijdsloten ten einde wachttijden te voorkomen en het bijhouden van transportbewegingen zoals aanvoeren van materialen en afvoeren van afvalstromen.
- Onze constatering is dat ticketsystemen met name voor het reserveren van tijdsloten worden ingezet en (nog) niet voor ten behoeve van emissie monitoring. Ten behoeve van emissie monitoring zijn aanvullende datavelden nodig. Toevoegen van deze datavelden door leveranciers van ticketsystemen en het invullen hiervan door leveranciers en aannemers/ontvangers, is naar onze inschatting een beperkte extra inspanning.
- Om emissies die samenhangen met aan- en afvoertransport te bepalen met behulp van een ticketsysteem, dient tenminste de navolgende informatie te worden geregistreerd:
 1. Voertuigdata (kenteken voertuig òf type voertuig, soort brandstof/energie, emissieklasse)
 2. Transport- en bewegingsgegevens (herkomst, bestemming, afgelegde afstand, ladingsgewicht, ritsoort – FTL, LTL, distributie)
 3. Brandstofverbruik (verbruik per rit in liters)
- Benodigde data kan zowel vooraf, bij het reserveren van een tijdslot, of bij aankomst op de bouwlocatie worden vastgelegd. Praktijkvoorbeeld: Peinemann Project Logistiek registreert bij aankomst van elke leverancier op bouwlocatie ABN-AMRO Amsterdam waar de voorgaande stop heeft plaatsgevonden en wat betreffende ritsoort is.

2. Ticketsystemen geschikt voor bepalen van emissies van Bouwlogistiek, echter toevoegen van datavelden resulteert in beter resultaat ^{2/2}

- Ontbrekende gegevens kunnen worden geschat. Voor rapportages is dat voorlopig voldoende, mits is aangegeven welke aannames zijn gedaan en wat de datakwaliteit en betrouwbaarheid van de uitkomsten dan is.
- Ticketsystemen die voorbij zijn gekomen zijn Ilips [ilips](#), Incore [Supply Chain Portal | Incore](#) en TiQiT [Home - TiQiT | De IT tool voor bouwlogistiek](#)
- In de projecten met de hoofdaannemer als verantwoordelijke is gebruik gemaakt van ticketsystemen om emissies van aan- en afvoertransport te bepalen. Om emissies te kunnen bepalen bleek het noodzakelijk om data uit de ticketsystemen te verrijken met aanvullende gegevens zoals herkomst- of bestemmingslocatie van vracht, een kenmerk FTL of LTL en gewichtsinformatie



3. Bewegingsdata ZE mobiele werktuigen en energieverbruiksdata geschikt voor emissie monitoring. Verkrijgen van data vraagt om medewerking op alle niveaus benodigd ^{1/2}

- Bij het gebruik van zero-emissie mobiele werktuigen en registratie van bijbehorend stroomverbruik, verandert de methodiek voor het berekenen van emissies. ZE mobiele werktuigen kennen geen directe uitstoot uit tijdens hun gebruik, maar het energieverbruik (stroomverbruik) kan indirecte emissies genereren. E.e.a. afhankelijk van de bron van de elektriciteit. Om emissies van ZE mobiele werktuigen nauwkeurig te monitoren, dient navolgende informatie geregistreerd worden:
 1. Werktuiggegevens (type en specificatie, capaciteit van de batterij)
 2. Operationele gegevens (gebruiksduur, verbruikte energie, belasting van de machine tijdens gebruik)
 3. Stroomverbruik (kWh verbruiken voor het opladen, tijdstippen en duur van opladen, oplaadlocaties)
 4. Bron van de elektriciteit (type energiebron en emissiefactoren van de betreffende bron)
 5. Onderhoud en efficiëntie
 6. Externe invloeden (weers- en verkeersomstandigheden)
- Ontbrekende gegevens kunnen worden geschat. Voor rapportages is dat voorlopig voldoende, mits is aangegeven welke aannames zijn gedaan en wat de datakwaliteit en betrouwbaarheid van de uitkomsten dan is.
- De gemeten waarden van stroomge-/verbruik kunnen worden vergeleken met de factuur van de energieleverancier. Eventueel verbruik van bijv. een bouwkeet (incl. apparatuur) moet dan wel worden verminderd voordat de energie wordt toegewezen aan ZE mobiele werktuigen

3. Bewegingsdata ZE mobiele werktuigen en energieverbruiksdata geschikt voor emissie monitoring. Verkrijgen van data vraagt om medewerking op alle niveaus benodigd ^{2/2}

- In een van de bouwprojecten zijn overwegend ZE mobiele werktuigen ingezet: Een torenkraan, een goederen- en personenlift en een heftruck voor het lossen vrachtwagens. Deze mobiele werktuigen zijn uitgerust met apparatuur die o.a. het aantal (hijs/hef) bewegingen registreert. De data zijn vanuit de leveranciers van de machines
- Voorzien was een aanpak om energiefacturen en hef-/hijsbewegingen te combineren. Om daarmee de relatie tussen de omvang van het bouwproject (ca. 200 appartementen), hef- en hijsbewegingen en stroomverbruik van mobiele werktuigen vast te leggen. Het stroomverbruik over periode 2022 en 2023 is door de aannemer op maandniveau aangeleverd, zie bijlage 3.
- Vanaf november 2023 zijn we meerdere malen in gesprek geweest met de Algemeen Directeur van de materieeldienst van de hoofdaannemer. Ondanks toezeggingen hebben we geen data ontvangen. Onlangs ontvingen we wel de toezegging om vanaf Q3 2024 tijd en aandacht beschikbaar te hebben voor het ontsluiten van bewegingsdata.
- Terugkijkend was onze pitch onvoldoende en/of was er geen momentum bij de hoofdaannemer Materieel om tijd en aandacht te investeren in het beschikbaar stellen van bovengenoemde bewegingsdata. TSL consultants dienen bij eventuele vervolgprojecten rekening te houden met deze geleerde lessen: start een project niet eerder dan dat je commitment hebt en overweeg stoppen van project bij niet nakomen van eerdere toezeggingen
- De andere genoemde projecten in de factsheets, kenden geen / minimale inzet van mobiele werktuigen.

4. Omvang bouwafval stromen vooraf lastig te bepalen. Ticketsystemen geschikt voor bepalen van transportgerelateerde emissies

- Bouwafval wordt naar gespecialiseerde verwerkers getransporteerd. Kenmerkend aan afvoertransporten is dat vrijkomende volumes en benodigd aantal transportbewegingen vooraf niet nauwkeurig te bepalen zijn. Dit in tegenstelling tot het aanvoeren van nieuwe materialen. Dit maakt LCA berekeningen wat lastig. Aantallen transporten, type afval en vervoerde gewicht wordt achteraf geregistreerd t.b.v. facturatie. Zie ter illustratie bijlage 2
- De aannemer die sloopwerkzaamheden uitvoert zorgt tevens veelal voor scheiding van afvalstromen. In een van de projecten betreft dit een sloopwerken specialist. Gespecialiseerde verwerkers vragen om monostromen voor maximaliseren van opbrengsten cq. minimaliseren van kosten. Veel voorkomende afvalstromen zijn betonpuin, mengpuin, bouw- en sloopafval, glas, asbest, gips, hout, isolatiemateriaal e.d.
- Emissie monitoring van afvoertransporten kent een gelijke aanpak- en vraagt om soortgelijke data elementen als Aanvoertransport (zie pag. 10 en 11). Ook voor het plannen van afvoertransporten wordt gebruik gemaakt van ticket reserveringssystemen. Ontbrekende gegevens kunnen worden geschat. Voor rapportages is dat voorlopig voldoende, mits is aangegeven welke aannames zijn gedaan en wat de datakwaliteit en betrouwbaarheid van de uitkomsten dan is.
- Renewi en Reko zijn voorbeelden van gespecialiseerde afvalverwerker. Zie ter illustratie <https://www.renewi.com/nl-nl/zakelijk/soorten-afval#:~:text=Renewi%20zamelt%20verschillende%20soorten%20rest,inzamelmethode%20en%20specifiek%20inzamel%20materiaal> en [Gips - Reko Recycling Combinatie \(rekobv.eu\)](https://www.reko.nl/)

5. Commitment van hoofdaannemer voor verkrijgen van emissiedata noodzakelijk. Te beginnen bij het inkooptraject ^(1/2)

- De CSRD richtlijn verplicht alle organisaties binnen de EU met ingang van 1 januari 2024 om jaarlijks te rapporteren over hun milieu impact. De richtlijn speelt een centrale rol in de Green Deal en heeft als doel meer transparantie en een betere kwaliteit van duurzaamheidsinformatie te bewerkstelligen.
- De bouwsector heeft een aanzienlijke impact op het milieu, zowel tijdens de initiële bouw als de ingebruikname ervan. Met de invoering van de CSRD zullen bouworganisaties gedetailleerder moeten rapporteren over hun milieu-impact, zoals energieverbruik, CO₂-uitstoot en afvalmanagement.
- In een van de projecten te Rotterdam is de hoofdaannemer verantwoordelijk voor de CSRD rapportage van o.a. sloop- en nieuwbouwwerkzaamheden. De vastgoedinvesteerder is project eigenaar en heeft o.a. deelgenomen aan een Hoofdaannemer – Topsector Logistiek werkoverleg om het monitoren van emissies volgens de TSL aanpak beter te begrijpen. De nu behaalde projectresultaten zijn nog summier (transportemissies afvoeren sloopafval), vervolgstappen kunnen zich richten op de realisatie van de nieuwbouw.
- Voorwaarde voor emissie monitoring van mobiele werktuigen en bouwlogistiek is het tijdig betrekken van onderaannemers, incl. het vastleggen van hun medewerking gedurende de fase van contractering. In het project is dit niet gebeurd met o.a. als resultaat dat er geen data beschikbaar is gesteld van sloopwerkzaamheden door onderaannemers.

5. Commitment van hoofdaannemer voor verkrijgen van emissiedata noodzakelijk. Te beginnen bij het inkooptraject ^(2/2)

- Het verwerken van de afspraken omtrent monitoring in de fase van contracteren vereist wijzigingen in het inkoopbeleid. Een inkoopproces start bij de inkoopaanvraag door de opdrachtgever (hoofdaannemer bijvoorbeeld). Een inkooprelatie of leverancier kan via een tender op de aanvraag reageren door een aanbieding te doen (offerte-fase). In deze offerte worden de te verrichten werkzaamheden en benodigde inkopen beschreven en komt men tot een prijs (all-in of gespecificeerd).
- Indien er tijdens de inkoopaanvraag geen aandacht wordt besteed aan het monitoren van mobiele werktuigen of het monitoren en rapporteren van emissies, zal dit in de offerte niet aangeboden worden (immers, de leverancier zal geen ongevraagde of gratis activiteiten aanbieden). Het is dus van belang, dat wanneer er een bouwopgave ontstaat, de wensen rondom duurzaam werken en bouwen worden vastgelegd in de inkoopaanvraag.
- Niet iedere leverancier zal kunnen voldoen aan de inkoopaanvraag. De ene zal de benodigde activiteiten niet kunnen verrichten, een ander biedt een te hoog tarief en de derde kan niet voldoen aan emissie monitoring. Afhankelijk van de prioriteiten van de (hoofd-) aannemer en bijbehorende rapportageverplichtingen (bijvoorbeeld CSRD) moet hier een keuze gemaakt worden.
- Als er tijdens het proces van inkoop niet gedrukt wordt op duurzaamheid, data verzamelen en rapporteren over emissies, zal er tijdens de bouw geen rekening mee worden gehouden en mist men de kans verborgen efficiëntie te vinden en groener te werken.

6. Monitoring en rapportage fundament voor emissiebepaling ^{1/4}

Wat zien we gebeuren?

- De bouw staat bekend als een traditionele sector. Dit geldt voor mens en organisatie, maar ook voor digitalisering, automatisering en technologisering. De laatste jaren worden efficiëntieslagen behaald door bijvoorbeeld gebruik van BIM of de toepassing van modulair bouwen. Maar aan de andere kant laat men kansen liggen om op kleinere schaal efficiëntie te vinden in de dagelijkse operatie.
- Men laat motoren ruimschoots opwarmen, machines met overcapaciteit worden toch ingezet en de planning is niet altijd transparant of bekend. Monitoring in de breedste zin van het woord kan hierbij helpen. Om te kunnen monitoren zijn er verschillende maten van volwassenheid als het gaat om data:
 1. Geaggregeerde activiteiteninformatie en afgeleide brandstofdata van activiteit en modaliteit
 2. Geaggregeerde activiteiteninformatie en brandstofdata op basis van kengetallen uit de deelsector
 3. Gedetailleerde activiteiteninformatie en afgeleide brandstofdata van activiteit en modaliteit
 4. Gedetailleerde activiteiteninformatie en gemeten (over een langere periode) brandstofdata
 5. Gedetailleerde activiteiteninformatie en gemeten (per dag, of week) brandstofdata
- De mate van detail bepaalt in hoeverre een bedrijf in staat is gedetailleerd te monitoren (en rapporteren) over de gedane werkzaamheden. Duidelijk is dat geaggregeerde activiteiteninformatie (planning, bouwopgave) en afgeleide brandstofdata van activiteiten en modaliteiten (beiden voor een groot deel gebaseerd op aannames) al kan leiden tot een eerste inschatting. Met andere woorden: met de beschikbare informatie van vandaag de dag is al iets relevant te meten en te melden over gedane werkzaamheden en bijbehorende emissies.

6. Monitoring en rapportage fundament voor emissiebepaling ^{2/4}

Hoe verbeter je je data?

Indien een bedrijf wil wegbewegen van afgeleide brandstof- en activiteitendata, kan ze ervoor kiezen gebruik te maken van sensing. In de sensing zijn verschillende benaderingen bekend en reeds in praktijk in gebruik:

1. Extern aangebrachte sensor (geen toestemming nodig van de eigenaar van de machine)
 1. Sensor aangebracht 'op' een werktuig, meestal met gebruik van een magneet of vergelijkbare bevestiging
 2. Sensor met een batterij die vervangen dient te worden
 3. Sensor bevat een antenne om (semi-) live informatie te delen met het platform waarop de sensor is aangesloten
 4. Sensor met een beperkt aantal velden, omdat de sensor fysieke kenmerken meet, en geen data uitleest
 5. Data die gemeten kan worden: acceleratie (aan, uit, ijdel), GPS locatie, temperatuur, luchtdruk
2. CAN-bus sensor (toestemming nodig van de eigenaar van de machine)
 1. Sensor aangebracht 'in' de boordcomputer van een werktuig, met gebruik van de CAN-aansluiting (veelal gebruikt voor het uitlezen van de boordcomputer ten behoeve van preventief onderhoud)
 2. Sensor aangesloten op de accu van een werktuig om het uitwisselen van batterijen of accu's te voorkomen
 3. Sensor met een antenne om (semi-) live informatie te delen met het platform waarop de sensor is aangesloten
 4. Sensor die meerdere velden kan meten en uitlezen ten behoeve van de monitoring van het betreffende werktuig in het betreffende werk
 5. Data die gemeten kan worden: alles wat de boordcomputer (onversleuteld) kan delen
3. 'Sniffer' (niet nader beschreven in dit deel van het project)

6. Monitoring en rapportage fundament voor emissiebepaling ^{3/4}

Wat is de toegevoegde waarde van data?

Data van een werktuig (of vloot), wordt traditioneel gezien gebruikt voor de volgende zaken:

1. Gebruik voor planning en bijsturing in (bouw)logistiek om te kunnen werken volgens planning
2. Aansturing van de bouwplaats en managen van de wachtlocatie(s) om congestie te voorkomen
3. Managen van opslag van producten die aan- of afgevoerd dienen te worden
4. Bestuderen van control towers
5. Managen van aan- en afvoertransport om voorraad zoveel mogelijk buiten de bouwplaats te houden
6. Aansturen of managen van (logistieke) medewerkers

Met andere perspectieven (meten/rapporteren over duurzaamheid) kan de data ook anders worden gebruikt:

1. Efficiënt in- en uitschakelen van materieel
2. Bijsturen van personeel op materieel
3. Bepalen van over- of ondercapaciteit
4. Meten en bijhouden van (brandstof)verbruiken en activiteiten

Het meten van activiteiten en verbruiken kan niet alleen helpen bij het rapporteren voor bijvoorbeeld CSRD, efficiëntie leidt in bijna alle gevallen tot kostenreductie en dus een verhoging van de (winst)marges. Er is gezien de win-win haast geen reden om meten niet te overwegen

6. Monitoring en rapportage fundament voor emissiebepaling ^{4/4}

Waarom aan de slag?

- Inzicht in uw emissies is het startpunt van het zoeken naar verbeteringen in efficiëntie, hinderreductie en duurzaamheid, zoals:
 - Reductie van het aantal benodigde ritten
 - Verminderen van de verkeershinder door bouwverkeer (en verbeterde verkeersveiligheid)
 - Verlagen van de faalkosten op de bouwplaats door betere afstemming logistiek en bouwproces
 - Hogere arbeidsproductiviteit, bouwvakkers zijn minder (kostbare) tijd kwijt aan logistiek
 - Onderhoud liëren aan gebruik van materieel (onderhoudsinterval verbeteren)
- *(Een verhoogde efficiëntie leidt in essentie tot verlaagde kosten)*
- Beter inzicht in uw NOx en andere emissies verbeterd uw stikstofberekeningen van de bouwplaats ten behoeve van vergunningsaanvragen en compliance (e.g. CSRD)
- U krijgt te mogelijkheid mee te denken in de ontwikkelingsfase van reductie-gerelateerde wet- en regelgeving over emissiemetingen en -rapportages, een betere voorbereiding op de toekomst is er (haast) niet!

Conclusies

Volgend uit Lessons learned

- Ticketsystemen in de bouwlogistiek zijn ontworpen voor het reserveren van tijdsloten. En dus niet voor het registreren van emissies. Geleerde les is dat aanvullende informatie, zoals genoemd op pag. 10 e.v. nodig is
- Starten van emissie-monitoringsprojecten zonder commitment van bevoegd management over doelstelling, scope, doorlooptijd, deliverables en benodigde inzet, kent risico's en werkt inefficiënt. Afspraken vastleggen in een (beknopte) overeenkomst blijkt nodig. Het beslismodel op de navolgende pagina's geeft een handreiking hoe voor besluitvorming
- Ook het verkrijgen van emissie- en energiedata van aannemers bij onderaannemers blijkt lastig in de praktijk. Onze constatering is dat in het contracteringsproces tussen opdrachtgever, hoofd- en onderaannemers, afspraken over het beschikbaar stellen van gegevens over inzet en energieverbruik van mobiele werktuigen noodzakelijk zijn
- Emissie-monitoring m.b.t. sloopwerkzaamheden vraagt om specifieke aandacht. Benodigde sloopinzet en vrijkomende, af te voeren volumes dienen vooraf te worden ingeschat. We hebben in een van de projecten een beperkt beeld verkregen. Toevoegen van projecten met sloopwerkzaamheden in het nieuwe TSL programma is waardevol
- Met de handvatten voor het monitoren en rapporteren van emissies ('wat zien we gebeuren', 'hoe verbeter je data', 'Wat is de toegevoegde waarde van data' en 'Waarom aan de slag') kunnen nieuwe projecten gericht starten. Wij zagen onwetendheid, 'angst' om bestraft te worden voor leveren van emissiedata en ook desinteresse, als belemmering voor het verstrekken van data. Bieden van juiste handvatten kan aannemers helpen

Aanbevelingen

Mogelijke vervolgstappen

- Eerder dit jaar zijn door Topsector Logistiek een vijftal nieuwe projecten gestart voor de percelen Emissies, Elektrificatie, Gebiedsontwikkeling, Assemblage en Digitalisering. Wij achten het als zinvol om resultaten en Lessons learned met de projectleiders van in ieder geval de percelen Emissies en Gebiedsontwikkeling te delen
- Project A: Algemeen Directeur Materieeldienst heeft bevestigd om alsnog data beschikbaar te stellen in Q3 – 2024. Daarmee kunnen alsnog hef- en hijsbewegingen worden gekoppeld aan stroomverbruik en kan emissie-monitoring van mobiele werktuigen bij de bouw van 200 appartementen alsnog worden bepaald
- Project B: De sloopfase is afgerond, nieuwbouwwerkzaamheden zijn gestart. Aanvoerlogistiek wordt via een online portal vastgelegd. Het lokale team van de hoofdaannemer staat open voor het delen van data, wel bevelen wij aan om op directieniveau draagvlak te verkrijgen
- Meetprogramma's– regio Amsterdam: Ook het lokale team van de hoofdaannemer staat open voor verdere samenwerking. Emissie-monitoring met Fleets-Online sensing op een van de projecten met een zware graafmachine van een onderaannemer is lopend. Wel bevelen wij aan om via Manager Duurzaamheid op directieniveau draagvlak te verkrijgen
- Bespreek met leveranciers van ticketsystemen de benodigde aanpassingen om hun producten ook geschikt te maken voor emissie-monitoring
- Tenslotte zijn we te allen tijde bereid om onze Lessons learned nader toe te lichten aan de TSL '+1 werkgroep' bestaande uit Rutger Bijl, Sven Markus en Sjoerd Wensink

Tollgate reviews: Go-/ No-Go (1/2)

Tijdens het project in Living Lab Katendrecht is gebleken en geleerd dat samenwerking en toezegging niet voldoende zijn voor een succesvol eindresultaat. Een project van een living lab zou door een, gebaseerd op de Six Sigma principes, Tollgate review moeten voordat er wordt besloten door te gaan met het project. Een Tollgate review heeft als functies:

1. Het beoordelen van voortgang: ***zijn we binnen een redelijk tijdsbestek de gemaakte afspraken nagekomen?***
2. Beheer van risico: ***identificeren, beperken, bieden van alternatieven of hulp***
3. Borgen van kwaliteit: ***halen we de doelstellingen van het project?***
4. Budget en resources: ***is de kwaliteit voldoende en worden de resources efficiënt gebruikt?***
5. Het bepalen of de voortgang voldoende is om door te gaan naar de volgende fase: ***moet de druk opgevoerd worden, lopen we op schema, of stoppen we met het project?***

Tollgate reviews: Go-/ No-Go (2/2)

Om de Tollgate plaats te laten vinden zijn er aan de voorkant van het proces wel inputs nodig om deze te kunnen beoordelen. De belangrijkste elementen en topics die afgestemd moeten zijn:

1. Voortgang: start- en eindmoment, globale milestone planning. Is er geen voortgang? **Stop het project!** Is de voortgang er wel? **Blijft doorgaan!**
2. Risico: alternatieven die geboden kunnen worden bij risico dreiging. Geen alternatieven mogelijk? **Stop het project!** Wel alternatieven beschikbaar? **Blijf doorgaan!**
3. Kwaliteit: doelstelling van het project en belangrijkste succesfactoren. Doelstellingen kunnen niet worden gehaald? **Stop het project!** Doelstellingen worden gehaald? **Blijf doorgaan!**
4. Budget en resources: grenzen van budget en benodigde resources. Niet voldoende: **Stop het project!** Wel voldoende? **Blijf doorgaan!**
5. Voortgang: wat zijn de milestones inclusief karakteristieken wat de milestones succesvol maakt. Halen we de milestones niet op tijd of zonder de juiste kwaliteit? **Stop het project!** Halen we ze wel met de juiste kwaliteit? **Blijf doorgaan!**

Beslissing om niet verder te gaan

De keuze om een project stop te zetten kan verschillende redenen hebben. Omwille van de topics in een Tollgate Review kan ervoor gekozen worden niet verder te gaan.

De belangrijkste redenen om, terugkijkend naar het afgelopen programma, een project stop te zetten, waren:

1. Voortgang, als gevolg van andere prioriteiten bij de participanten in het project: tijdens een Tollgate Review had op basis van redelijke voortgang of het gebrek hieraan een project gestopt kunnen (/moeten) worden
2. Risico: het gebrek aan primaire brondata had tot een alternatieve benadering kunnen leiden, of het stoppen van het project
3. Kwaliteit: de doelstellingen van het project (of programma) worden niet behaald door het voortzetten van het project
4. Budget en resources: beschikbaarheid van resources bij de participanten of het gemis hieraan had kunnen leiden tot het stoppen van een project
5. Voortgang: het niet halen van de milestones en het nakomen van afgesproken tijdlijnen had ertoe kunnen leiden dat projecten stop werden gezet

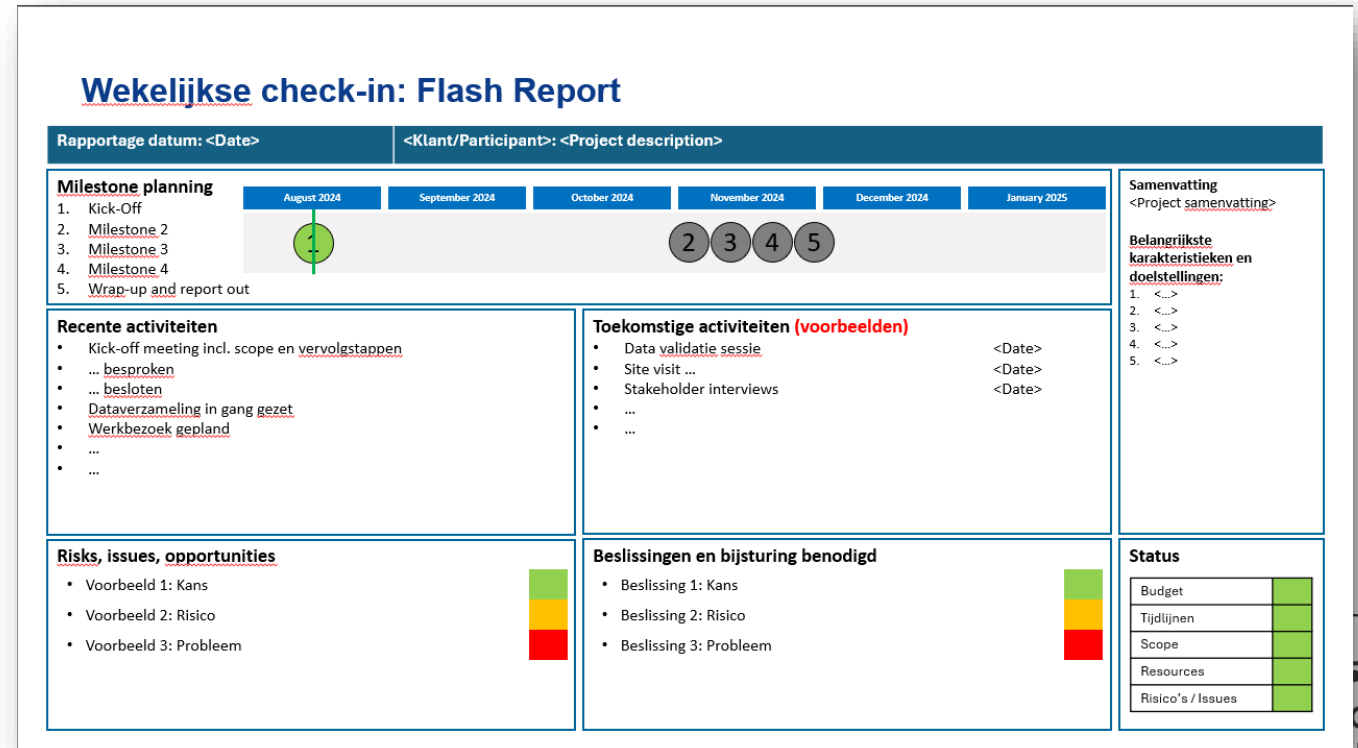
(!) Afhankelijk van het project, de doelstellingen en de karakteristieken zijn go-/no-go beslissingen anders. Het is daarom zaak om de scope en de doelstellingen + milestones aan de voorkant van het project af te stemmen en vast te leggen.

Formaliseren van voortgang en Tollgate Reviews

Op basis van voortgang, risico, activiteiten, en kansen is het vrij eenvoudig om een periodieke evaluatie op te stellen. Een voorbeeld:

Monitoring en sturing:

Monitoring van voortgang, risico's, afspraken en status biedt de mogelijkheid om een topic te bespreken: in het vak 'beslissingen en bijsturing benodigd' komen topics te staan die het project beter kunnen maken, maar ook topics die het project bemoeilijken: het totale gemis van data, bijvoorbeeld, is een reden om een project stop te zetten als er niet binnen redelijke termijn een alternatief geboden kan worden. Dit betekent wel dat het topic eerder op de agenda is gekomen en dat er redelijke termijn is genomen om tot een andere oplossing te komen. Monitoring biedt de mogelijkheid te sturen.



Bijlagen

1. Pitch – Emissie monitoring Bouwlogistiek & Mobiele werktuigen
2. Voorbeeld afvalstroomregistratie
3. Elektriciteitsverbruik

Pitch

Emissiemonitoring Bouwlogistiek & Mobiele werktuigen



Achtergrond

Samenwerking vanuit Topsector Logistiek (opdrachtgever en sponsor)

Routekaart: Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB)

Kennis- en innovatieprogramma: Emissieloos Bouwen

Toepassingsgebied: Bouwlogistiek en Mobiele Werktuigen

Betrokken partijen:

- Topsector Logistiek
- Consultancy ten behoeve van uitvoering

Project Management: Ronald Schoo namens Districon (RHDHV)

Emissie Monitoring: Niels Prins namens Buck Consultants International

Scope van dit project

Innovatieprogramma bouwlogistiek en mobiele werktuigen		
EMISSIEMETING EN FOOTPRINTING	Onderzoek 4 Uitbreiding DECAMOD bouwplaats, keten, stikstof 7 Bouwplaats energielogistiek	Ontwikkeling en opschaling 1 DECAMOD - Carbon Footprint-model 2 Impactscenario's Stadslogistiek Bouw 3 Impactscenario's Renovatiebouw 5 Stimuleringsprogramma elektrificeren Renovatiebouw 6 Stimuleringsprogramma elektrificeren Nieuwbouw
	8 Logistieke modellen ZE-zones - Bouw	9 Implementatie gebiedsgerichte ketenregie
	10 Ketenregie multistakeholder omgeving	
	11 BIM integratie bouwlogistieke planning	
	12 Digital twin bouwlogistieke keten - scenarioplanning	
	16 Integratie prefab en circulair bouwen	13 Basis data-uitwisseling BDI en industriedata 14 Data faciliteit CBS bouwmachines en mobiele werktuigen 15 Integratie restricties in preplanning en planningssoftware
DIGITALISERING EN KETENREGIE	17 Uitrol opschaling inzet Bouwhubs	18 Ondersteuning steden met bouwlogistiek programma 19 Ondersteuning subsidieregeling emissiearm bouwmaterieel
	20 Transitieprogramma inzet emissiearm bouwmaterieel	
	21 Multimodale inzet bouwhubs	
TOEPASSING EN OPSCHALING		22 Ontsluiting kennis en toepassing bouwlogistiek

Wat doen we?

- Monitoring van transportbewegingen (mens, materieel en materiaal) ten behoeve van de bouw
- Sensoring van mobiele werktuigen om verbruiken (en daarmee emissies) te meten

Wat doen we daarmee?

- In kaart brengen van emissies (CO₂, NO_x) gerelateerd aan bouwprojecten
- Verfijnen van kengetallen om toekomstige voorspellingen accurater te maken

Hoe gaan we te werk?

Hoe gaan we te werk:

- Bepalen van bouwlogistieke stromen (materiaal, materieel, personeel) en inzet mobiele werktuigen
- Gebruik van primaire bronnen waar mogelijk (TMS of FMS (boordcomputer) systemen) aangevuld met andere data
- Standaard data-formatting, met eenvoud in gebruik als uitgangspunt
- Plaatsen van sensing is mogelijk, samenwerkingen in plaats ter ondersteuning

Waarom meedoen?

- Inzicht in uw emissies is het startpunt van het zoeken naar verbeteringen in efficiëntie, hinderreductie en duurzaamheid, zoals:
 - Reductie van het aantal benodigde ritten
 - Verminderen van de verkeershinder door bouwverkeer (en verbeterde verkeersveiligheid)
 - Verlagen van de faalkosten op de bouwplaats door betere afstemming logistiek en bouwproces
 - Hogere arbeidsproductiviteit, bouwvakkers zijn minder (kostbare) tijd kwijt aan logistiek
 - Onderhoud liëren aan gebruik van materieel (onderhoudsinterval verbeteren)
- *(Een verhoogde efficiëntie leidt in essentie tot verlaagde kosten)*
- Beter inzicht in uw NOx en andere emissies verbeterd uw stikstofberekeningen van de bouwplaats ten behoeve van vergunningsaanvragen
- U krijgt te mogelijkheid mee te denken in de ontwikkelingsfase van reductie-gerelateerde wet- en regelgeving over emissiemetingen en -rapportages, een betere voorbereiding op de toekomst is er (haast) niet!

Uitgangspunten van de samenwerking



Korte lijnen binnen Emissieteam en met daadwerkelijke bouwteam – kick off op locatie



Netwerk in beeld, niet alleen aannemer maar ook leveranciers en transporteurs van belang voor ophalen van de juiste data



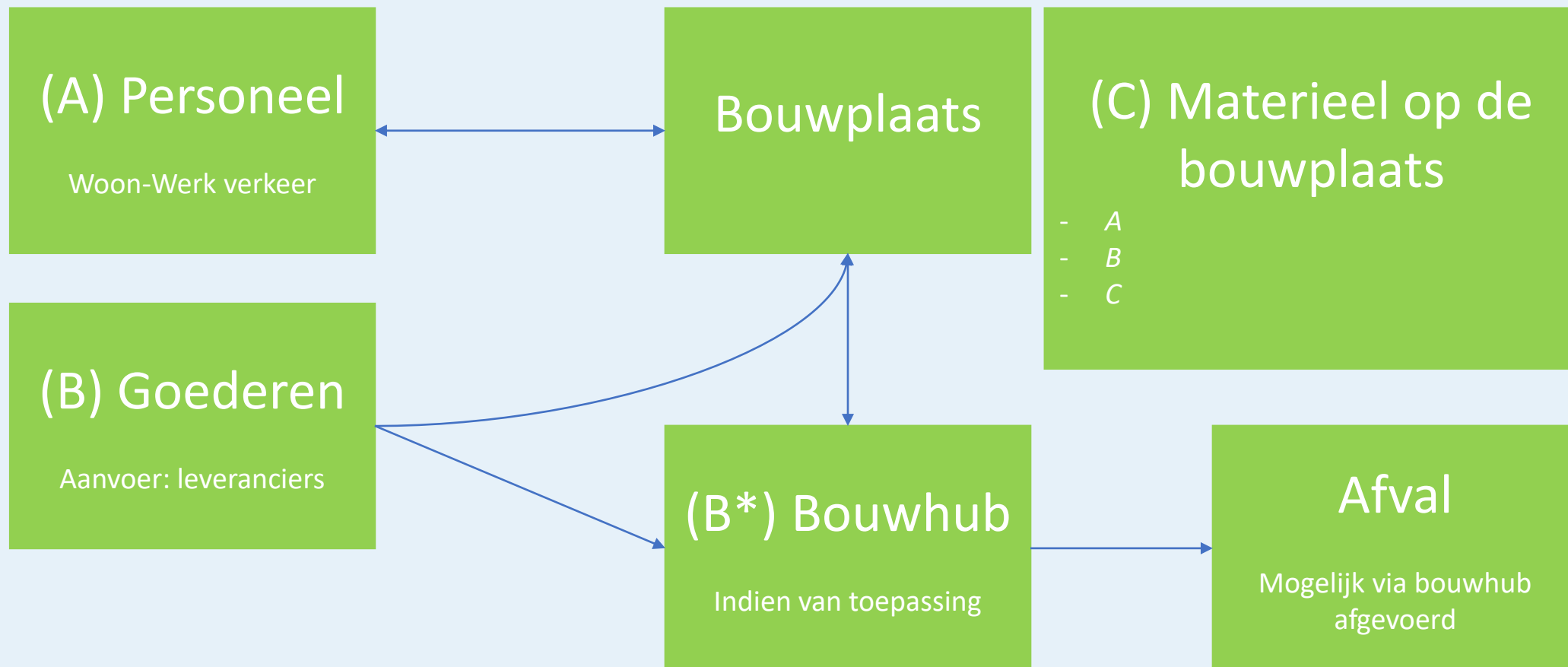
Standaardisering data-uitvraag, 3B: Bruikbaar voor sector, Biedt inzichten, BigMile-proof



Sensoren beschikbaar indien benodigd voor dataverzameling

Onze perceptie van uw project

- Onderstaand stromenschema geeft schematisch weer welke stromen wij hebben herkend in uw bouwproject. Deze stromen hebben verschillende data-behoeften, hierover meer in de volgende slides



Onze perceptie van uw project

- Onderstaand stromenschema geeft schematisch weer welke stromen wij hebben herkend in uw bouwproject. Deze stromen hebben verschillende data-behoefte, hierover meer in de volgende slides



Data-behoefte – Goederenvervoer

Indicatief



Bouwlogistiek

- Opdrachtnummers
- Opdrachtgever of leverancier
- Postcodes van/ naar
- Vervoerde eenheden (volume, tonnage etc.)
- Brandstofverbruik
- Verbruik brandstof in liters of kWh of
- Afgelegde afstand x gemiddeld verbruik km/l
- Type brandstof
- Type voertuig
- Kenteken
- *Optioneel: GPS-gegevens: rijgedrag, gemiddelde snelheid (wegprofiel)*

Data-behoefte – Personeelsvervoer

Indicatief



Personeelsvervoer van/naar de bouwplaats

- Herkomst, bestemming, eventuele andere stops (voor andere projecten)
- Afgelegde afstand
- Brandstofverbruik
- Type voertuig
- Kenteken
- Aantal inzittenden

Data-behoefte – Mobiele werktuigen

Indicatief
















Mobile werktuigen

- Merk
- Type
- Bouwjaar
- Soort brandstof
- Stage klasse
- Vermogen
- Draaiuren per dag
- Brandstof verbruik
- Aantal dagen inzet
- In geval van elektrisch materieel:
 - Groene of grijze stroom
 - Stroomverbruik
 - Soort aansluiting
 - Stroomvoorziening aanwezig
 - Laden

Is er telematica aanwezig en is informatie uit te lezen? Zo niet: plaatsen sensoren mogelijk

Bouwlogistiek – algemene stromen (indicatief)

Type stroom*	Omschrijving	Type voertuigen	Databron	Bouwfase		
				Voorber.	Ruwbw	Afbouw
Bulk	Grond, zand, grind		FMS/TMS Transporteur, Handelaars			
Beton	Vloeibaar beton, vanuit betonmixer gestort op bouwplaats		FMS/TMS Transporteur, betonleverancier			
Ruwbouw groot	Grotere en zwaardere elementen, prefab, heipalen, vloerelementen, etc.		FMS/TMS Transporteur, TMS producenten			
Ruwbouw op ladingdragers	Kleinere elementen op bokken/pallets, geveldelen, puin, glas, etc.	 	FMS/TMS Transporteurs, producenten			
Afbouw	Afbouw, installaties, kleinere bouwmaterialen op pallets of containers	 	FMS Transporteurs, Koeriers, Groothandels. Werkplanning, beperkte data m.b.t. bestelverkeer			
Afval	Bouw- en sloopafval, verpakkingsmateriaal, emballage	 	FMS Afvalinzamelaars			
Materieel	Bouwmachines, bouwkransen, stijgers, etc.	 	FMS Materieeldiensten, verhuurbedrijven, beperkt m.b.t bestelverkeer			
Personeel	Personeel	 	Beperkt, km-registratie			

Voorbeeld afvalstroomregistratie



Elektriciteitsverbruik

