

Asfaltcalculator

Colofon, aannames, formules en bronwaarden

1. Toolinformatie

Naam: Asfaltcalculator

Doel: Inzicht in directe kosten, levensduur en CO₂-effecten van conventioneel en LVOv-onderhoud.

Rekenhorizon: Eindigt aan het einde van de levensduur van de linker rijstrook (simulatieduur T).

2. Aannames

- De simulatieperiode is $T =$ levensduur linker rijstrook (in jaren), gecorrigeerd voor huidige leeftijd asfalt.
- LVOv wordt alleen toegepast op de rechter rijstrook.
- Onderhoudsacties worden gemodelleerd als discrete events per jaar.
- CO₂ voor conventioneel onderhoud wordt berekend op basis van cradle-to-cradle materiaalvervangning van herasvalteren (ton CO₂/m²) maal behandelde oppervlakte.
- CO₂ voor LVOv wordt ingevoerd als vaste factor c_{LVOv} in ton/m² en vermenigvuldigd met behandelde oppervlakte.
- **Geen** event “Vervanging met onderlaag”: de vervanging van de onderlaag (onderste asfaltlaag) wordt niet afzonderlijk gemodelleerd en niet meegerekend. Deze ingreep vindt bij zowel herasfalteren als LVOv op hetzelfde moment plaats, namelijk aan het einde van de levensduur van de linker rijstrook, en gaat in beide gevallen gepaard met identieke kosten en CO₂-emissies. Het meenemen van dit event zou daarom geen onderscheidend effect hebben en voegt geen relevante informatie toe aan de vergelijking tussen beide onderhoudsstrategieën.

3. Symbolen

Symbol	Betekenis
T	Simulatieduur (jaren), gelijk aan levensduur overige rijstroken in het model
t	Jaarindex in de simulatie ($t = 1, 2, \dots, T$)
A	Totale oppervlakte van het wegvak (m^2)
A_R	Oppervlakte rechter rijstrook (m^2)
A_L	Oppervlakte overige rijstroken (m^2)
e	Onderhoudsevent met kenmerken: jaar t_e , type en breedte (strook- of baanbreed)
c_{conv}	CO_2 -factor conventioneel onderhoud (ton CO_2/m^2) voor gekozen mengsel
c_{LVOv}	CO_2 -factor LVOv-behandeling (ton CO_2/m^2), gebruikersinvoer
CO_2_t	Totale CO_2 -uitstoot in jaar t (ton)
$\text{CO}_2_t^{\text{cum}}$	Cumulatieve CO_2 -uitstoot t/m jaar t (ton)
q_{conv}	Verkeersintensiteit tijdens conventionele werkzaamheden (voertuigen/uur)
q_{LVOv}	Verkeersintensiteit tijdens LVOv-werkzaamheden (voertuigen/uur)
H_{conv}	Duur herasfalteren per onderhoudsactie (uur)
H_{LVOv}	Duur LVOv per onderhoudsactie (uur)
Δt	Extra reistijd per voertuig door omleiding of vertraging (uur)
$n_{t,\text{conv}}$	Aantal conventionele onderhoudsacties in jaar t
$n_{t,\text{LVOv}}$	Aantal LVOv-onderhoudsacties in jaar t
$\text{VUU}_{t,\text{conv}}$	Voertuigverliesuren in jaar t bij conventionele aanpak (voertuig-uren)
$\text{VUU}_{t,\text{LVOv}}$	Voertuigverliesuren in jaar t bij LVOv-aanpak (voertuig-uren)
$\text{VUU}_{t,s}^{\text{cum}}$	Cumulatieve voertuigverliesuren t/m jaar t voor strategie $s \in \{\text{conv}, \text{LVOv}\}$

4. Formules

4.1 Oppervlakte

$$A = (\text{lengte.km} \cdot 1000) \cdot n_{\text{rijstroken}} \cdot 3.5$$

Met vaste breedte per rijstrook 3.5 m. [5]

Verdeling over rijstroken:

$$A_R = \alpha_R A, \quad A_L = \alpha_L A, \quad \alpha_R + \alpha_L = 1$$

4.2 Massa asfalt per m^2

Voor een wegdektype met lagen (d_i, ρ_i) (dikte in m, dichtheid in kg/m^3):

$$m_{m^2} = \sum_i d_i \rho_i \quad [\text{kg}/\text{m}^2], \quad M_{m^2} = \frac{m_{m^2}}{1000} \quad [\text{ton}/\text{m}^2]$$

4.3 Conventionele CO_2 -factor per m^2

Met k = klimaatverandering uit referentie (kg CO_2 -eq/ton asfalt):

$$c_{\text{conv}} = \frac{k \cdot M_{m^2}}{1000} \quad [\text{ton } \text{CO}_2/\text{m}^2]$$

Voor 2L-ZOAB met verschillende factoren per laag:

$$c_{\text{conv}} = \frac{k_{\text{top}} M_{m^2,\text{top}} + k_{\text{onder}} M_{m^2,\text{onder}}}{1000}$$

4.4 Jaarlijkse CO_2 uit events

Laat \mathcal{E}_t de set events zijn die vallen in jaar t . Voor elk event e met behandelde oppervlakte $A(e)$:

$$\text{CO}_2_t = \sum_{e \in \mathcal{E}_t} \begin{cases} A(e) c_{\text{conv}}, & \text{als } e \text{ is "Vervanging"} \\ A(e) c_{\text{LVOv}}, & \text{als } e \text{ is "LVOv"} \\ 0, & \text{anders} \end{cases}$$

Cumulatief:

$$\text{CO2}_t^{\text{cum}} = \sum_{j=1}^t \text{CO2}_j$$

4.5 MKI-berekening

Met m_{m^2} de massa asfalt per m^2 (ton/m^2) en MKI_{ton} de MKI per ton asfalt ($\text{€}/\text{ton}$) geldt voor conventioneel onderhoud:

$$\text{MKI}_{\text{conv}} = \text{MKI}_{\text{ton}} \cdot m_{m^2}.$$

Voor LVOv wordt een vaste MKI per m^2 gehanteerd, $\text{MKI}_{\text{LVOv}} = \text{MKI}_{\text{LVOv, vast}}$. De jaarlijkse MKI in jaar t volgt uit:

$$\text{MKI}_t = \sum_{e \in \mathcal{E}_t} \begin{cases} A(e) \text{MKI}_{\text{conv}}, & \text{vervanging,} \\ A(e) \text{MKI}_{\text{LVOv}}, & \text{LVOv,} \\ 0, & \text{anders.} \end{cases}$$

Voertuigverliesuren (VVU)

Verkeershinder wordt uitgedrukt in voertuigverliesuren (VVU), zijnde de totale extra reistijd van alle voertuigen als gevolg van werkzaamheden. Dit sluit aan bij het Total Time Spent (TTS)-concept uit de literatuur [3].

Formules

$$\text{VVU}_{\text{event},s} = q_s H_s \Delta t \quad (1)$$

$$\text{VVU}_{t,s} = n_{t,s} q_s H_s \Delta t \quad (2)$$

$$\text{VVU}_{t,s}^{\text{cum}} = \sum_{j=1}^t \text{VVU}_{j,s} \quad (3)$$

5. Tabellen met bronwaarden

5.1 Levensduur (jaren) per wegdektype (default)

Volgens de PCR 2025 Asphalt word de levensduur vast gesteld per mengseltype [1].

Type wegdek	Links	Rechts
ZOAB Regulier	15	10
ZOAB Regulier + / DZOAB	17	11
DZOAB 30% PR	17	11
2L-ZOAB (onderlaag regulier)	13	9
2L-ZOAB (onderlaag 30% PR)	13	9
AC surf	18	12
AC surf 30% PR	18	12
AC surf gemodificeerd bitumen	18	12
AC surf mod. bitumen 30% PR	18	12
SMA-NL 8-11	20	15
SMA-NL 8-11 met mod. bitumen	20	15
SMA-NL 5	15	12

5.2 Laagopbouw (dikte, dichtheid) per wegdektype

De gehanteerde laagdiktes en dichtheden per wegdektype zijn gebaseerd op de NL-PCR Asphalt 2.0 en het LCA-achtergrondrapport voor Nederlandse branchereferentiemengsels [4].

Type wegdek	Lagen (dikte m)	Dichtheid (kg/m ³)
ZOAB Regulier	0.05	2000
ZOAB Regulier + / DZOAB	0.05	2000
DZOAB 30% PR	0.05	2000
2L-ZOAB (onderlaag regulier)	0.025 (top), 0.045 (onder)	2000 (top), 2100 (onder)
2L-ZOAB (onderlaag 30% PR)	0.025 (top), 0.045 (onder)	2000 (top), 2100 (onder)
AC surf (alle varianten)	0.05	2350
SMA-NL 8-11 (alle varianten)	0.035	2350
SMA-NL 5	0.03	2300

5.3 Klimaatverandering (kg CO₂-eq/ton asfalt) per wegdektype

De klimaatveranderingsfactoren (kg CO₂-eq/ton asfalt) zijn ontleend aan het LCA-achtergrondrapport voor Nederlandse branchereferentiemengsels [4].

Type wegdek	<i>k</i> (kg CO ₂ -eq/ton)
ZOAB Regulier	83.7
ZOAB Regulier + / DZOAB	88.0
DZOAB 30% PR	73.9
AC surf	94.7
AC surf 30% PR	82.8
AC surf gemodificeerd bitumen	110.0
AC surf mod. bitumen 30% PR	95.2
SMA-NL 8-11	97.5
SMA-NL 8-11 met mod. bitumen	116.0
SMA-NL 5	110.0
2L-ZOAB top (laagfactor)	108.0
2L-ZOAB onder regulier (laagfactor)	96.6
2L-ZOAB onder 30% PR (laagfactor)	79.0

5.4 MKI (€/ton asfalt) per wegdektype en LVOv (€/m²)

De MKI-plafondwaarden voor asfaltmengsels zijn afkomstig uit de NPDW-database [2].

Type wegdek	MKI (€/ton)
ZOAB Regulier	7.7
ZOAB Regulier + / DZOAB	8.4
DZOAB 30% PR	8.4
2L-ZOAB (onderlaag regulier)	9.76
2L-ZOAB (onderlaag 30% PR)	9.76
AC surf (alle varianten)	8.2
SMA-NL 8-11 (alle varianten)	7.9
SMA-NL 5	11.7

LVOv (vast): $MKI_{LVOv} = 0.07 \text{ €/m}^2$ per behandeling.

References

- [1] Mando Kort, Lisa Overmars, Tim van der Kruk, and Elisabeth Keijzer. Lca achtergrondrapport voor nederlandse branchereferentiemengsels 2025, 2025. Conform NL-PCR asfalt 2025. Opdrachtgever: CROW. Uitgevoerd door Ecochain Technologies B.V.
- [2] Nationale Product Database Wegverharding. Uniforme mki-plafondwaarden voor asfaltmengsels, 2025. Nieuwsbericht d.d. 24 oktober 2025.
- [3] Rijkswaterstaat and TNO. De potentiële meerwaarde van samenwerking in routegeleiding, 2019. Rapport over verkeersmanagement, routegeleiding en effecten op doorstroming en verkeershinder in Nederland.
- [4] Stichting Nationale Milieudatabase. Product category rules asfalt, versie 2.0, 2022. Product Category Rules voor bitumineuze materialen in verkeersdragers en waterwerken in Nederland.
- [5] TNO. Tno-060-ut-2012-00329, 2012. Referentie voor standaard rijstrookbreedte van 3,5 meter.