

Thermisch lengteprofiel (2 en 3)

Voor stromend water geldt dat een bovenstroomse afkoeling als gevolg van een koudelozing (volledig gemengd op moment van lozen) geleidelijk opwarmt richting natuurlijke temperatuur. Met onderstaande formule wordt uitgerekend hoe lang die opwarming duurt (~ Q en B). Daarmee wordt het 'thermisch lengteprofiel' van de temperatuurverstoring berekend (de lozing vindt plaats op x=0 en de formule geeft aan hoe Δ ws in longitudinale richting afneemt). De lozing kan ook (zoals in het stroomschema van het concept beleidskader hierboven staat) worden gespecificeerd door de geloosde koudevracht (in MW) en Δ . Daaruit is dan met en de bepaald.

$$T_{loz} = \frac{Q_{loz}}{\rho \times C_p \times B}$$

$$\Delta T_{ws}(x) = \Delta T_{ws}(x = 0) * e^{-x/L}$$
$$L = \frac{\rho \times C_p \times Q}{Z \times B}$$

Gebruikte parameters

Binnen de rekenregels en tools worden de volgende parameters gebruikt:

- **Qloz** = debiet van de lozing (m³/s);
- **ΔTloz** = watertemperatuurverschil lozing minus inname, negatief voor koudelozing (K);
- V = volume van het watersysteem (m³);
- A = oppervlak van het watersysteem (m²);
- B = breedte watersysteem;
- Z = zelfkoelingsgetal (W/m²/K);
- **ΔTws** = temperatuurverandering van het watersysteem;
- **ρ** = dichtheid van water (kg/m³);
- **Cp** = warmtecapaciteit van water (4200 J/kg/K);
- L = lengte van een 1D-rivier.

[Microsoft Word - 210305 Opzet tools koudelozingenWU.docx \(warmingup.info\)](#)

Warmtelozing

$$\text{Mengzone} = \frac{Q_{loz}}{Q_{afv}} \times (1 + (T_{loz} - ER) / (ER - T_{achtergrond}))$$

Koudelozing

$$\text{Mengzone} = \frac{Q_{loz}}{Q_{afv}} \times (1 + (\Delta T_{loz} - \Delta T_{toetsing} - \text{mengzone}) / (\Delta T_{toetsing} - \text{mengzone})) \times 100\%$$

[PowerPoint-presentatie \(stowa.nl\)](#)

|           |           |        |                                                       |
|-----------|-----------|--------|-------------------------------------------------------|
| Qbeek-gem | 0,3       | m3/s   | Varieert van 200 l/s (winter) tot 800 l/s (zomer)     |
| Q(loz)    | 0,0555556 | m3/s   | 18,52%                                                |
| Q(totaal) |           | m3/s   | nvt want onttrekking uit hetzelfde water              |
| ΔTloz     | -7        | °C     | Deze wordt bij lozing als volledig opgemengd berekend |
| B         | 15        | m      |                                                       |
| Z         | 25        | W/m2/K |                                                       |
| ρ         | 998       | kg/m3  |                                                       |
| Cp        | 4185      | J/kg/K |                                                       |

|      |           |                                                                                                   |      |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |               |
|------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| L    | 3341,304  | Voor Q wordt hier het debiet van de watergang genomen (waar de onttrekking op wordt teruggeloozd) |      |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |               |
|      | 0         |                                                                                                   |      |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |               |
| x    | 0         | 100                                                                                               | 650  | 1.000 | 2.000 | 3.000 | 4.000 | 5.000 | 8.000 | 10.000 | 20.000 | 50.000 | 75.000 | 100.000 meter |
| ΔTws | -1,296296 | -1,3                                                                                              | -1,1 | -1,0  | -0,7  | -0,5  | -0,4  | -0,3  | -0,1  | -0,1   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0 °C        |



|                     |       |      |
|---------------------|-------|------|
| Qbeek-gem           | 0,18  | m3/s |
| Q(loz)              | 0,462 | m3/s |
| Q(totaal)           | 0,642 | m3/s |
| Tloz                | 5     | °C   |
| ER (ernstig risico) | 10    | °C   |
| Tachtergrond        | 15    | °C   |

Mengzone 5,1 % van de dwarsdoorsnede die groter of gelijk is aan ER (max. toelaatbaar is 25%)

|           |           |      |
|-----------|-----------|------|
| Qbeek-gem | 0,3       | m3/s |
| Q(loz)    | 0,0555556 | m3/s |
| Q(totaal) | 0,3555556 | m3/s |

|                     |      |                                                        |
|---------------------|------|--------------------------------------------------------|
| ΔTloz               | -7   | °C                                                     |
| ΔTtoetsing-mengzone | -4   | °C                                                     |
| Mengzone            | 32,4 | % van de dwarsdoorsnede die groter of gelijk is aan ER |

Analytisch 1D model

1261169\_MasterThesis\_RFA\_Dingemans.pdf (tue.nl)  
page 21

|           |           |        |
|-----------|-----------|--------|
| Qbeek-gem | 0,3       | m3/s   |
| Q(loz)    | 0,0555556 | m3/s   |
| Q(totaal) | 0,3555556 | m3/s   |
| ΔTs       | 7         | °C     |
| Tback     | 15        | °C     |
| u         | 0,1       | m/s    |
| h         | 0,5       | m      |
| λ         | 23        | W/m2/K |
| ρ         | 998       | kg/m3  |
| Cp        | 4185      | J/kg/K |

$$T_s = T_{back} - (\Delta T_s)_0 \cdot \exp\left(-\frac{\lambda \cdot t}{h \cdot \rho \cdot c_p}\right) = T_{back} - (\Delta T_s)_0 \cdot \exp\left(-\frac{\lambda \cdot x}{u \cdot h \cdot \rho \cdot c_p}\right)$$

0,14222 uitgangstemperatuur/referentie  
stroomsnelheid  
waterdiepte

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |         |  |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|--|-------|
| x  | 0     | 100   | 650   | 1.000 | 2.000 | 3.000 | 4.000 | 5.000 | 8.000 | 10.000 | 20.000 | 50.000 | 75.000 | 100.000 |  | meter |
| Ts | 13,70 | 13,72 | 13,79 | 13,84 | 13,96 | 14,07 | 14,17 | 14,25 | 14,46 | 14,57  | 14,86  | 14,99  | 15,00  | 15,00   |  | °C    |
|    |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,4    |        |        |        |         |  |       |

