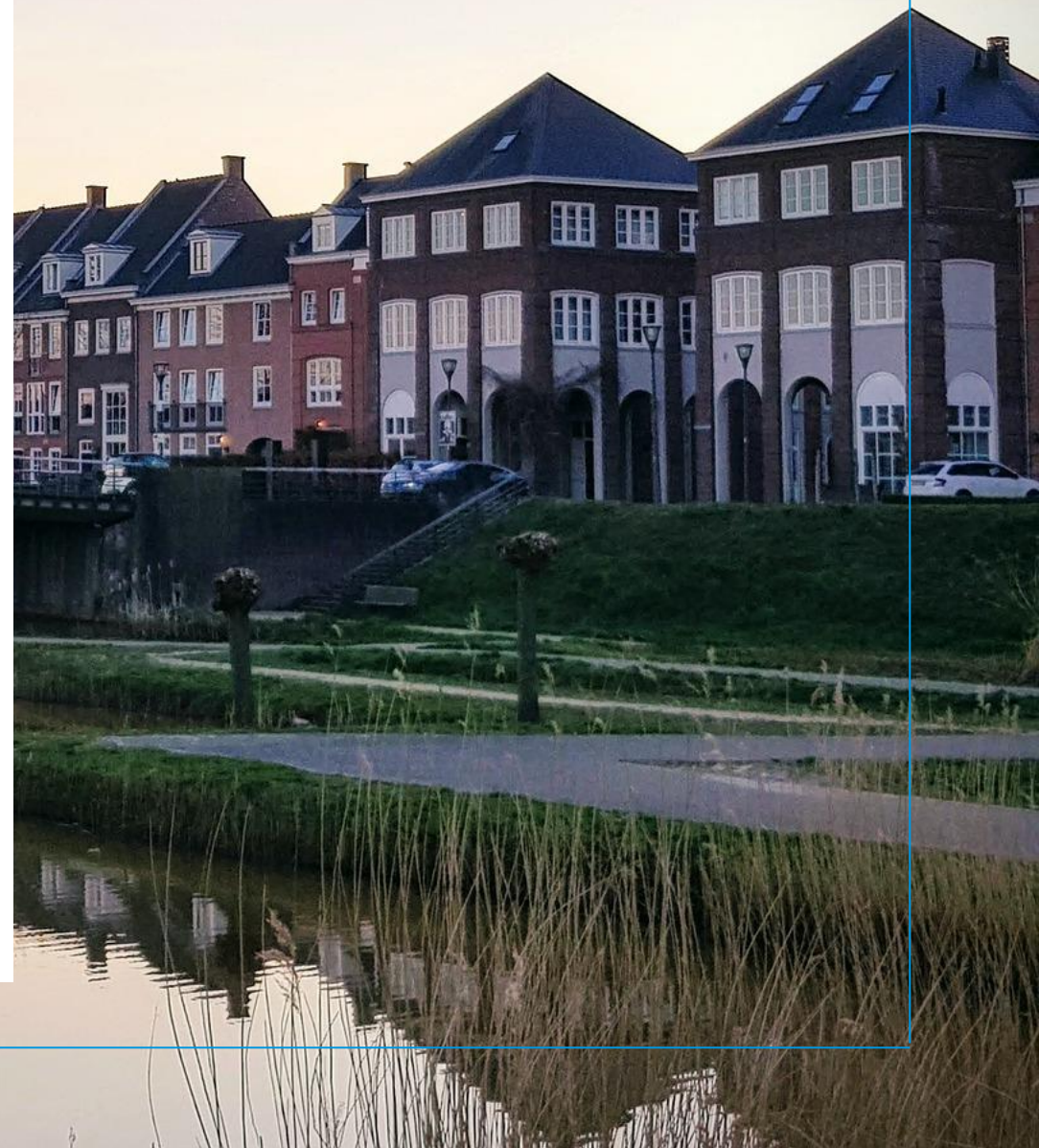


WARMING^{UP}

Innovatief Duurzaam Warmtecollectief

Aquathermie inzicht in de koudepluim

11 november 2021



Aquathermie

Inzicht in de koudepluim

- Ida de Groot-Wallast



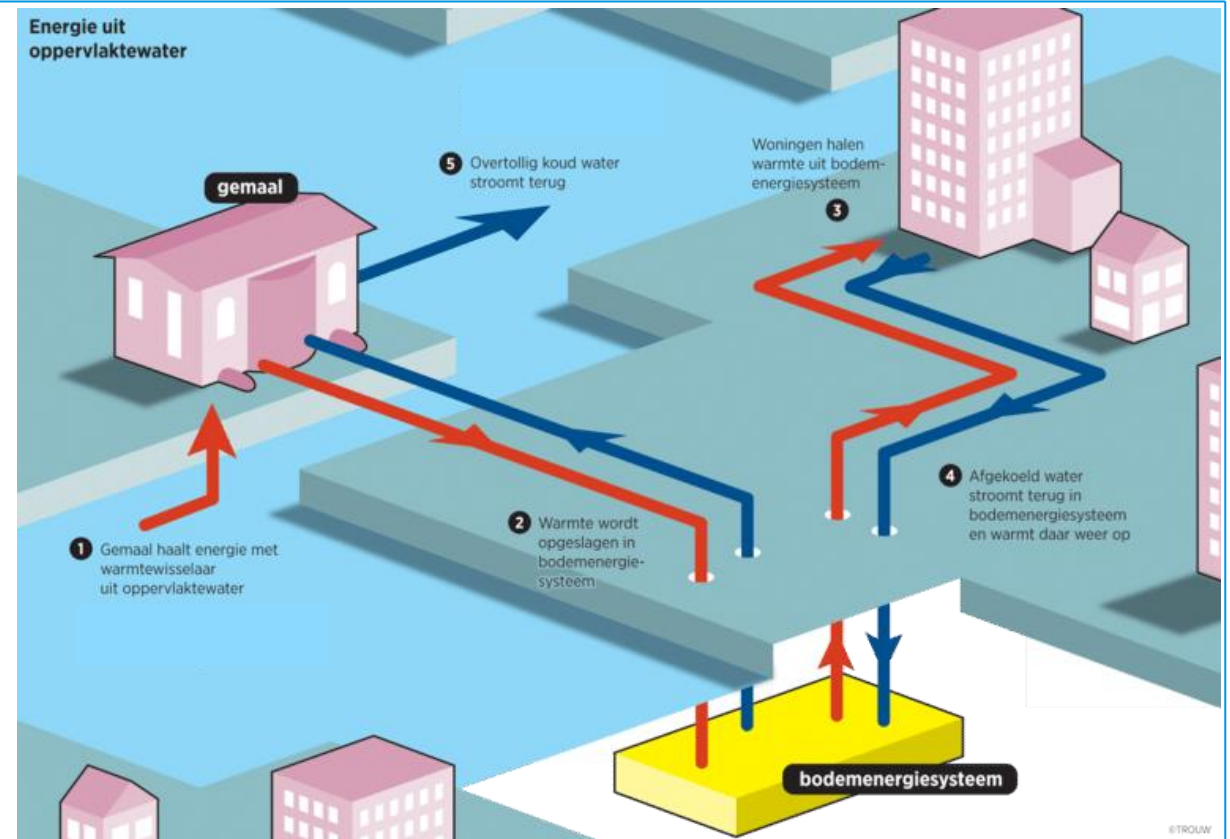
- Introductie Aquathermie
 - Hoe werkt het?
 - Focus WarmingUP
 - Scope van vandaag
- Rekenen aan de koudepluim
 - Welke tools hebben we?
 - Hoe kunnen we die inzetten?
 - Toelichting schema
- Voorbeelduitwerking
 - Casus Den Bosch (lijnvormig water)
 - Casus ondiepe plas bij nieuwbouwwijk (meervormig water)

De basisprincipes van TEO

- Warmte-onttrekking = koudelozing
- Via pomp, filter en warmtewisselaar
- Tot gebruik opslaan in ondergrond

Wat kentallen:

- Stel 100 woningen met warmtevraag van 30 GJ/jaar: 3000 GJ/jaar
- Bij 3 graden afkoeling gedurende 3 maanden: ca 100m³/uur of
- Bij 5 graden afkoeling gedurende 6 maanden: ca 33m³/uur



Beeld Sander Soewargana

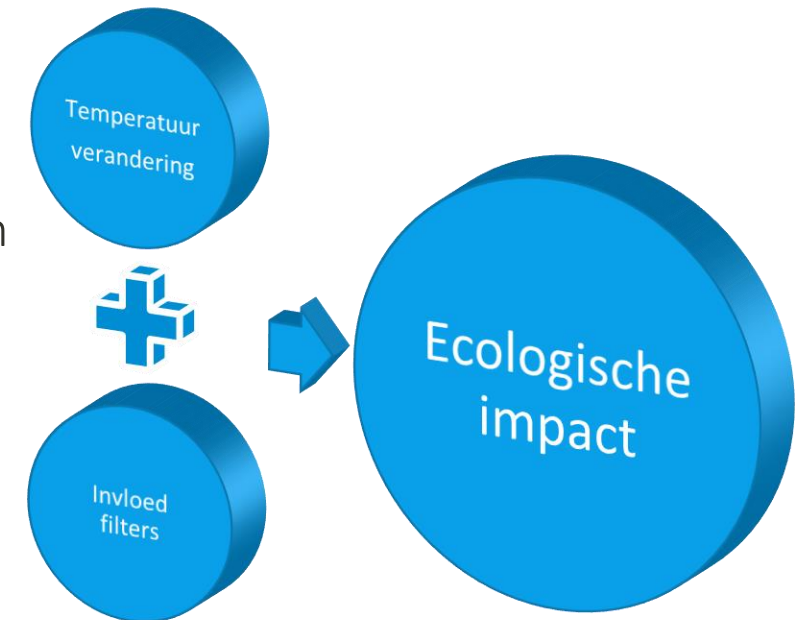
Wat is WarmingUP?

WARMING^{UP}

- Onderzoeksprogramma, bijdrage aan warmtetransitie
- Aanleg warmtenetten, aquathermie als kansrijke bron
- Obstakels voor toepassing wegnemen
 - Effecten aquathermie, vandaag TEO

Focus

- Grootschalige toepassing, honderden tot duizenden woningen
- Voornamelijk bestaande woonwijken
- Overheersende warmtevraag
- Dus:
 - Onttrekking warmte aan oppervlaktewater
 - Mogelijk gevolgen voor ecologisch systeem



Wat weten we over effecten?

WARMING^{UP}

- Effecten

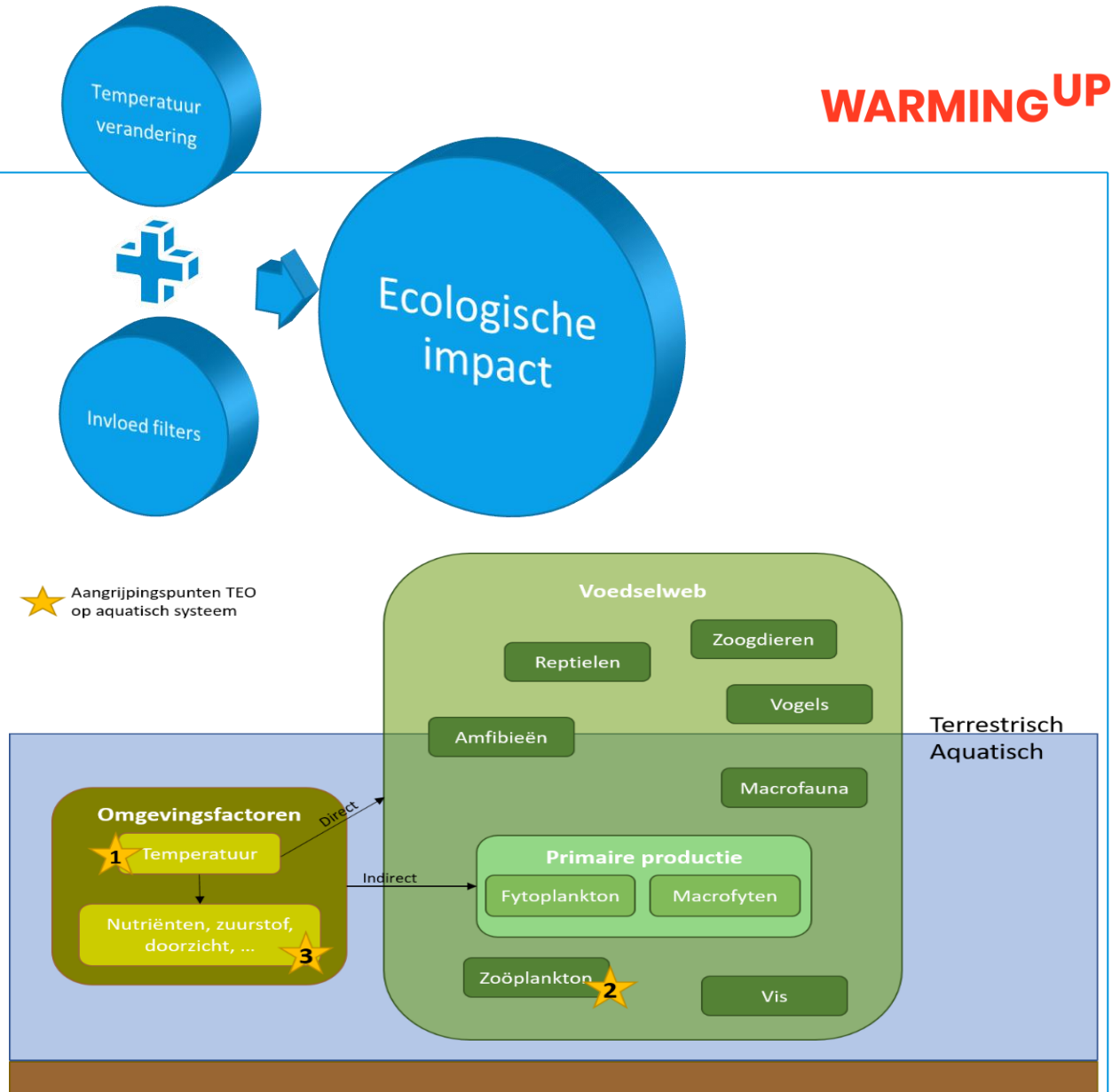
- Temperatuur
 - Metingen uit de praktijk
- Filter
 - Literatuurstudie filters
 - Metingen uit de praktijk

- Ecologie

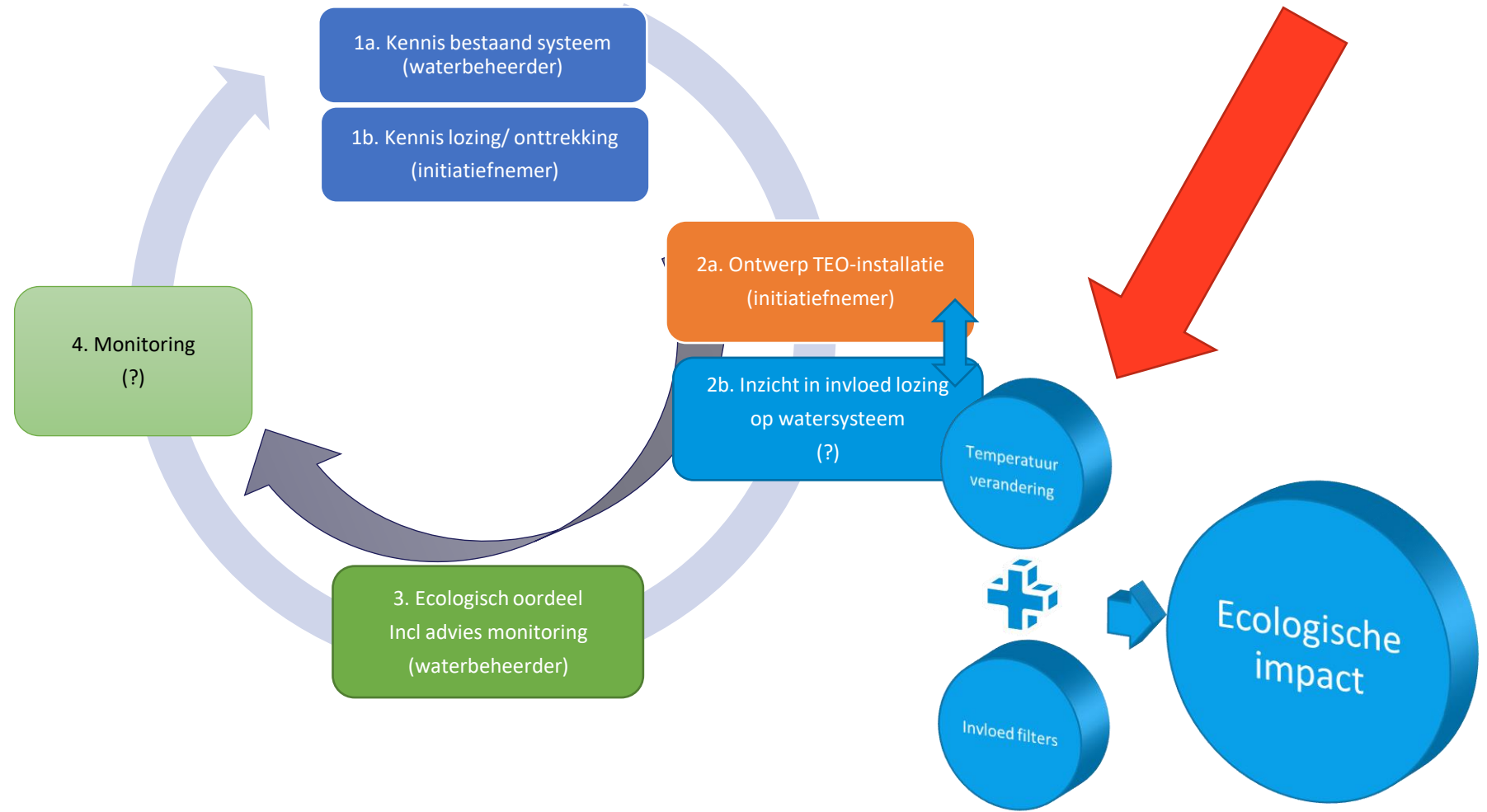
- Literatuurstudie effecten op soortgroepen
- Metingen uit de praktijk
- Aanpak vis

- Tools

- Handreiking koudelozingen
- Voorbeelden context-document
- Numerieke modellen
- Ecologische modellen
-

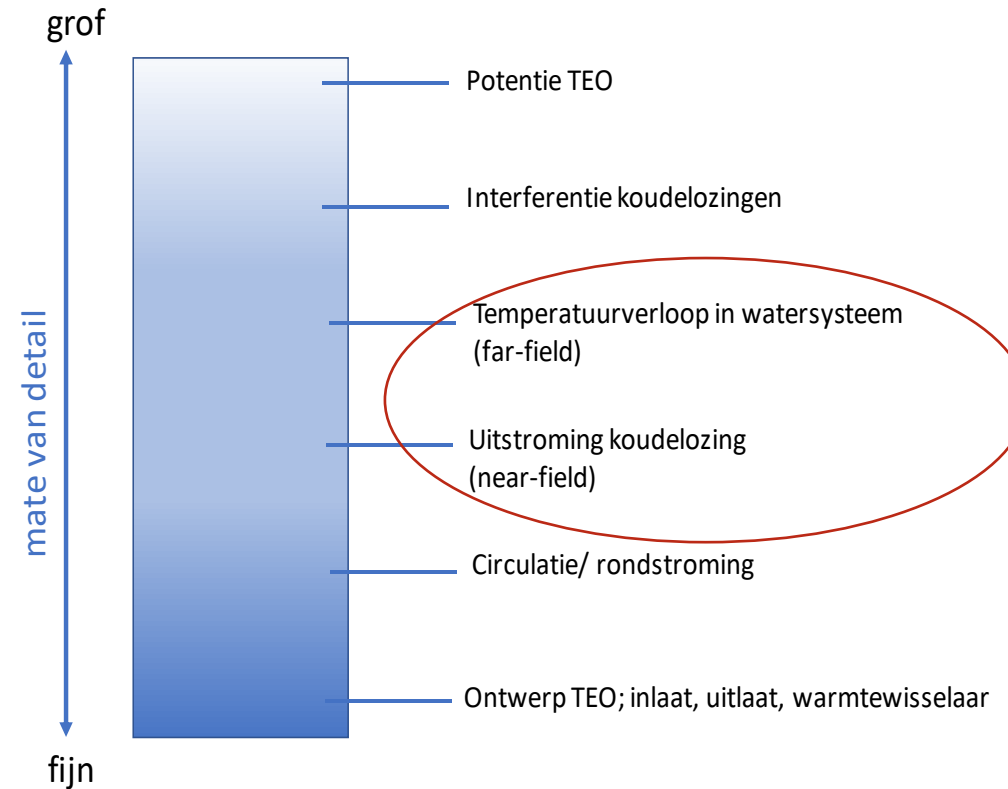


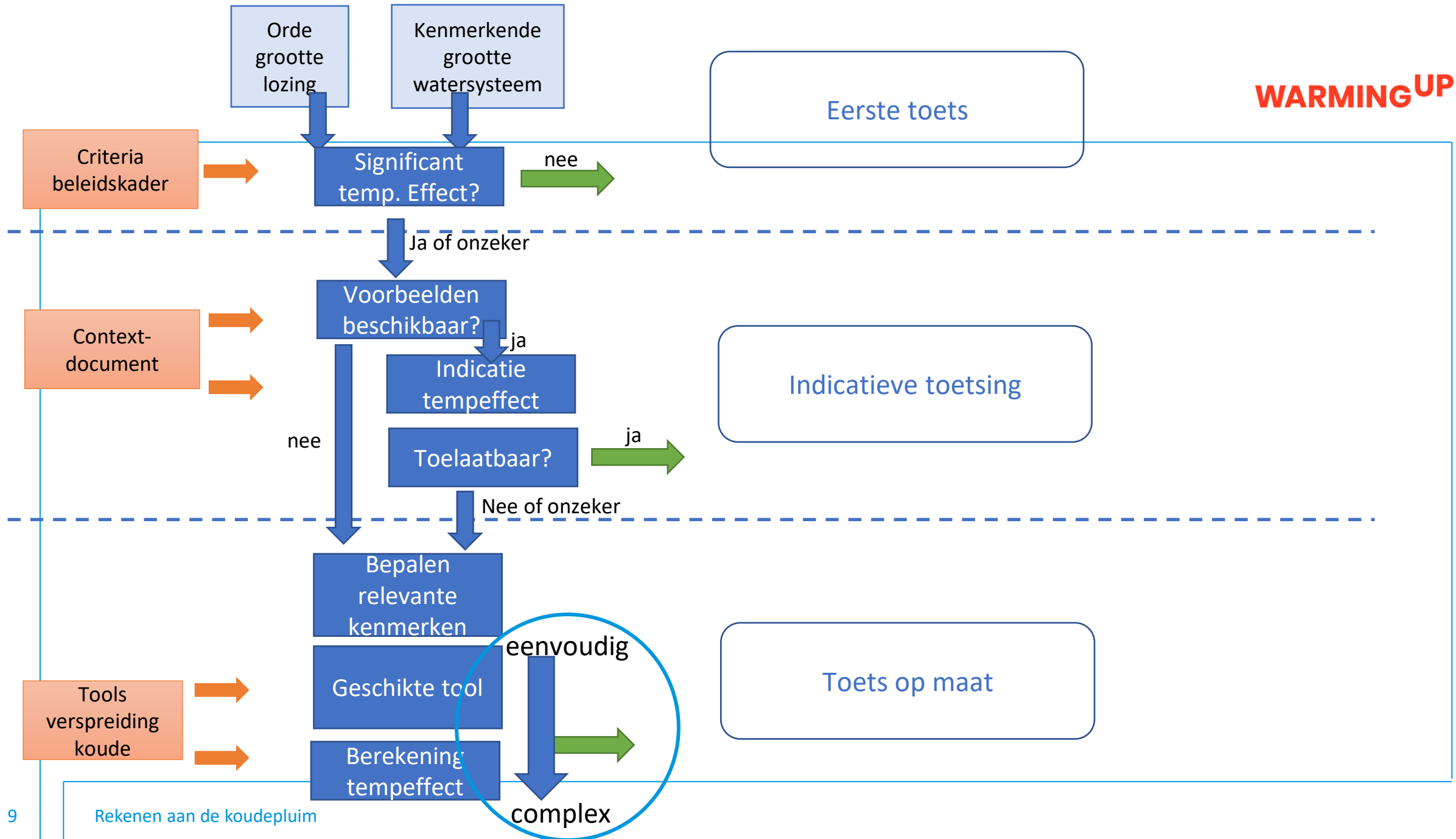
Focus van vandaag



Welke instrumentarium is geschikt?

- Vraag bepaalt geschikt instrumentarium!
 - Relevante processen
 - Schaal van processen
 - Kenmerken specifiek systeem





Eerste toets

Criteria beleidskader

Orde
grootte
lozing

Kenmerkende
grootte
watersysteem

Significant
temp. Effect?

nee

Ja of onzeker



stowa

**KADER VOOR
VERGUNNINGVERLENING
KOUDELOZINGEN 1.0**
HANDREIKING VOOR BEOORDELING VAN AANVRAGEN VOOR TEO-SYSTEMEN

Lijnvormig water,
vrij afwaterend

Bronnen

Ja Is er sprake van uittredend grondwater?

Moerassen

Ja Is er sprake van een moeras?

Hoe hoog is de stroomsnelheid?

<50 cm/s

>50 cm/s

Hoe breed is de watergang?

<8 m

8 - 25 m

>25 m

Laaglandbeken

Hooglandbeken

Regionale rivieren

Grote rivieren

Grote kanalen, met stroming

Is het lozingsdebiet kleiner dan 1% van de zomergemiddelde afvoer?

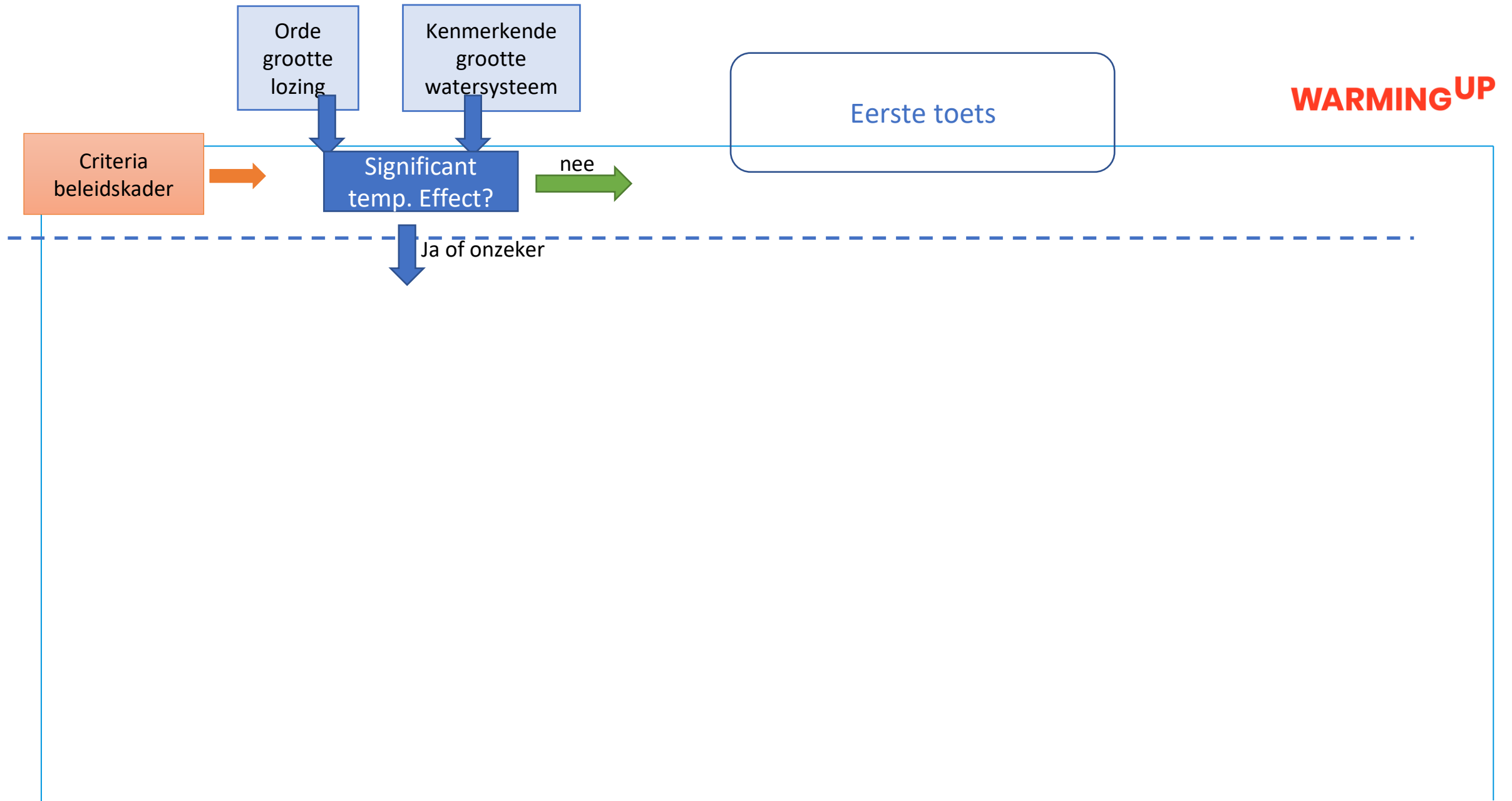
Ja Meldingsplichtig

Is het lozingsdebiet kleiner dan 5% van de afvoer?

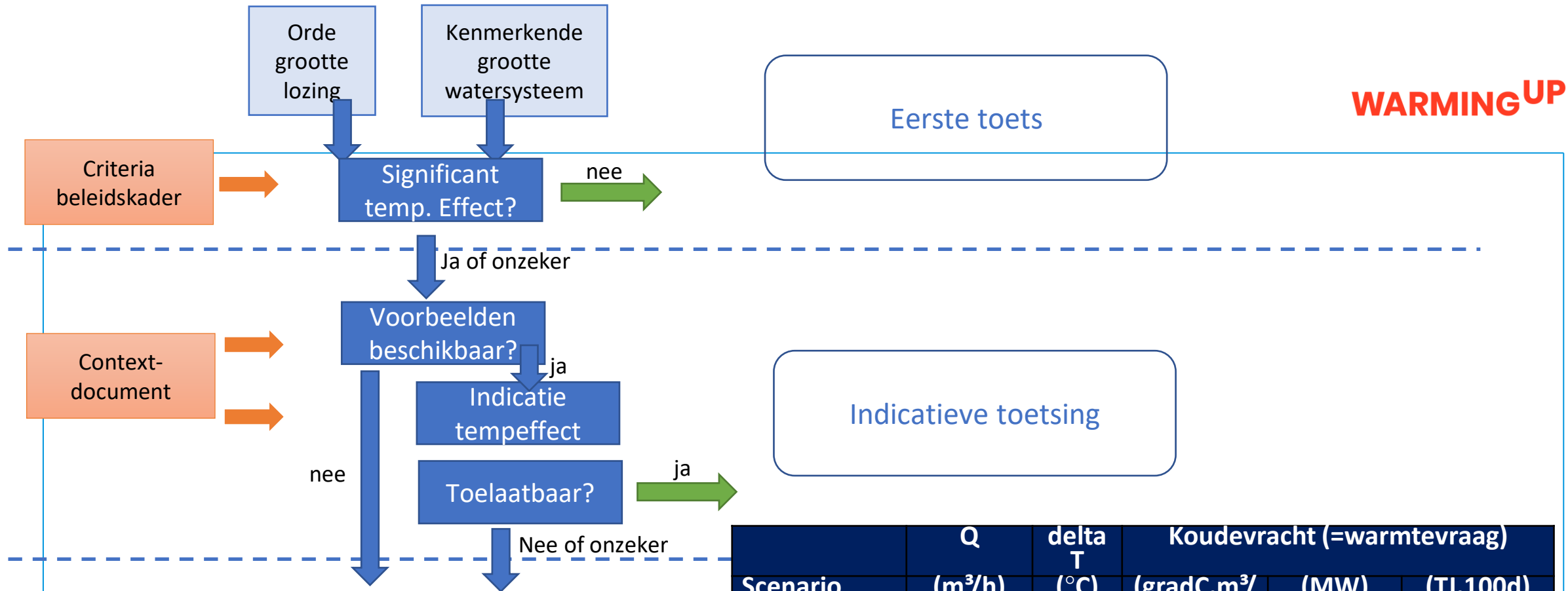
Nee Maatwerk beoordeling

Ja Koudelozing vergunbaar

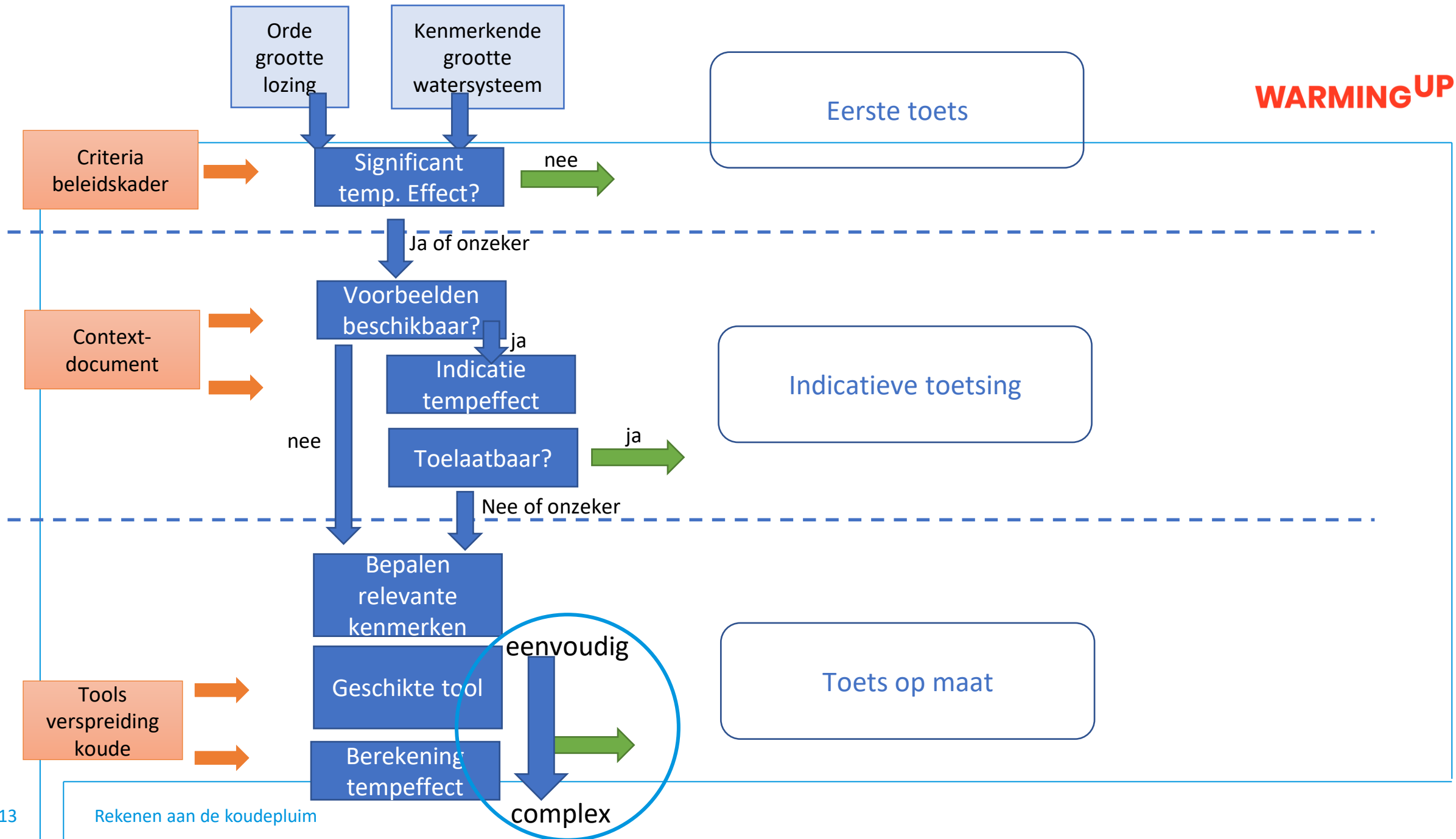
Bekijk aandachtspunten



WARMINGUP

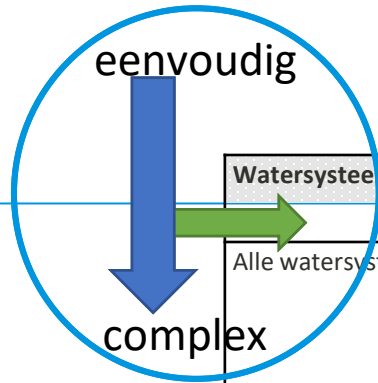


Watertype	Stilstaand lijnvormig water (type1,)	Stromend lijnvormig (type6)	Scenario	Q (m ³ /h)	delta T (°C)	Koudevracht (=warmtevraag)		
						(gradC.m ³ /h)	(MW)	(TJ.100d)
	vaarten, kanalen, sloten	vaarten, kanalen, sloten	TEO _{ref}	300	-5	1500	1,75	15
			TEO10	150	-10	1500	1,75	15
Voorbeeld	Zuid Willemsvaart	Bovenmark	2TEO	300	-10	3000	3,50	30
Breedte, B (m)	50	25	½TEO	150	-5	750	0,88	7,5
Diepte, D (m)	3.5	2.0						
Debiet Q (m ³ /s)	Nvt	1	Geen		Geen			



Toets op maat

WARMING^{UP}



Toelichting:

- In beleidskader
- In aparte notitie
- Verschillende tools
- Inzet afhankelijk van situatie
- Gebruiken jullie tools voor voorspelling warmte- of koudepluim?
- Zo ja, welke?

Watersysteem	Tool	Gebaseerd op	Houdt rekening met	Ongeschikt voor
Alle watersystemen	1. Volledig gemengd	Energiebalans	karakteristiek lozing (Q-loz, dT-loz) en watersysteem (volume en oppervlak)	onvolledig gemengde watersystemen
Lijnvormig stromend water (rivier, beek)	2. Thermisch lengteprofiel	Energiebalans	idem + watersysteem debiet en breedte watergang	niet stromend of onvolledig gemengd in dwars of diepterichting
Stromend water, meerdere lozingen op 1 watersysteem	3. Sobek	menging en energiebalans	idem+ meteorologie 1D dynamisch transport volledige menging diepte en breedte	gestratificeerde systemen (meren, zoutgelaagdheid)
Zoet water, stilstaand en stromend	4. Excel-tool	Fisher-relaties voor mengzones	stroming, diepte, breedte (meer) en diameter lozingspijp	Situaties waar dichtheidsverschillen een serieuze rol spelen
Idem	5. Jet3D	Jet3D vergelijkingen	stroming, diepte, breedte en karakteristieken van (uitstroom van) de lozing	far-field
Idem	6. CORMIX	als Jet3D	idem	minder geschikt voor far-field
Zoet water inclusief getijwateren en havens	Immissietoets webapplicatie	Jet3D en Fisher-relaties voor mengzones	Dichtheidsverschillen (a.g.v. temperatuur en zout)	Pas geschikt na aanpassing voor lozing van temperatuur
Diepe en ondiepe meren, stilstaand water Meerdere lozingen op 1 watersysteem	7. D3D	?	Meteo; stroming door wind bijv.	

- Voorbeelduitwerking 1

- Lijnvormig water
- De Dieze, den Bosch



Rivier de Dieze, den Bosch
Gekanaliseerd: 77 m breed, 3 a 4 meter diep
zomergemiddeld 6 m³/s

Kenmerken onttrekking

- Voor 800 woningen; 2.425 MWh/jaar = 8.730 GJ
- 140 m³/uur met 3200 draai-uren (april-okt)
- 175 m³/uur met 2500 draai-uren (april-okt)
- deltaT 5 graden
- Min temp inname 12 graden, min temp uitlaat 11 graden ontwerp → 3200 uur
- Min temp inname 16 graden, min temp uitlaat 13 graden waterschap → 2500 uur



Eerste toets



- Criteria beleidskader

- Is de warmtevraag < 250 GJ/jaar
- Peilgestuurd
- Stroming in het zomerhalfjaar
- Lijnvormig peilgestuurd water met stroming
- Breedte >15 m
- Grote kanalen

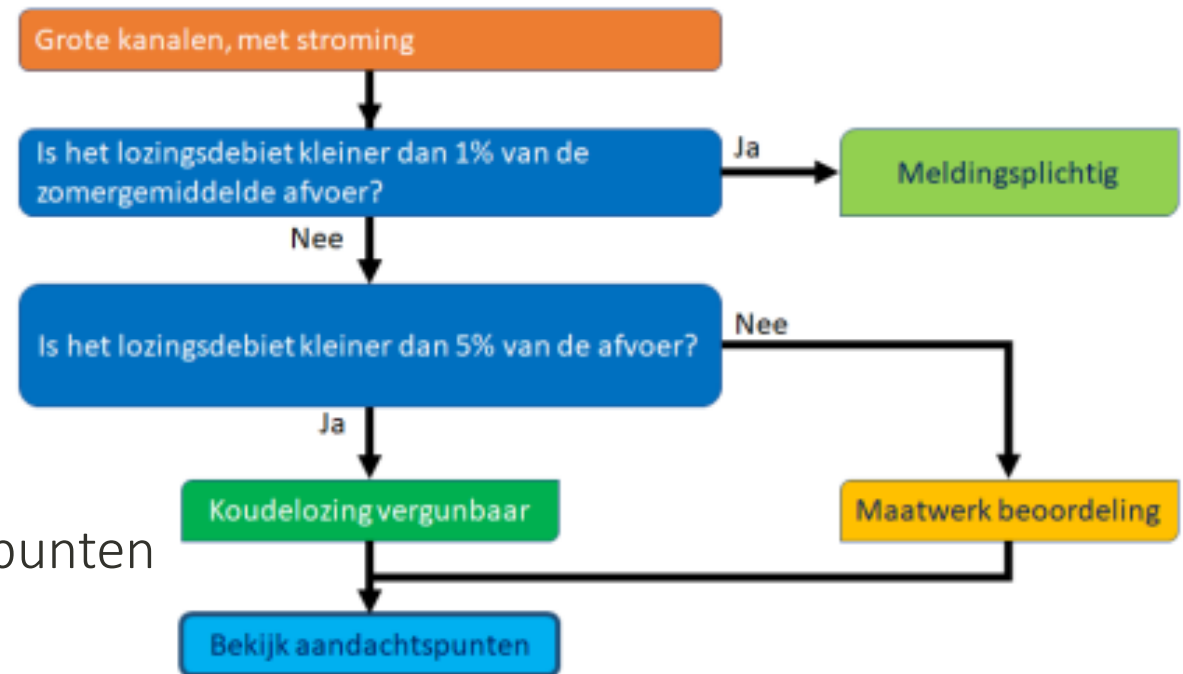
- Toetsing

- $140\text{m}^3/\text{uur} = 0.039\text{ m}^3/\text{s}$ $0.039/6 = 0.64\%$
- $175\text{m}^3/\text{uur} = 0.049\text{ m}^3/\text{s}$ $0.039/6 = 0.81\%$

- Conclusie: meldingsplichtig, let op aandachtspunten

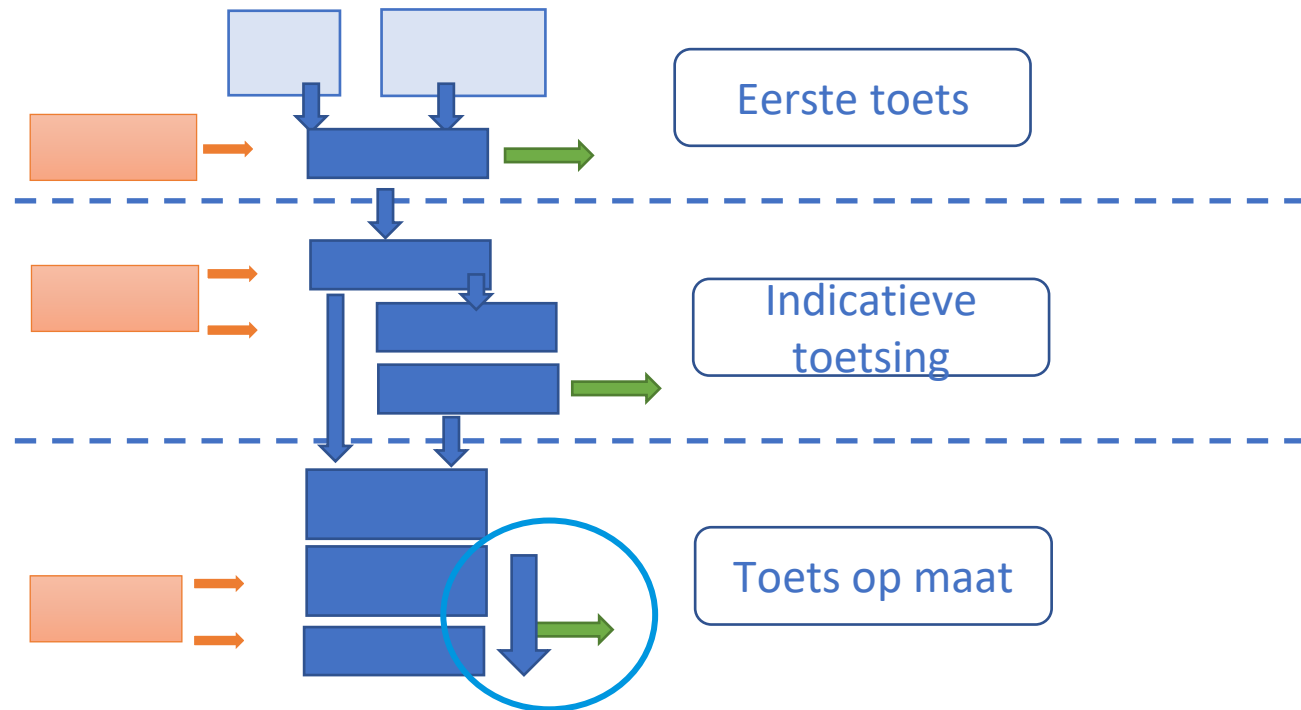
AFBEELDING 5.15 STROOMSCHEMA VOOR GROTE KANALEN MET STROMING

Lozingsdebiet

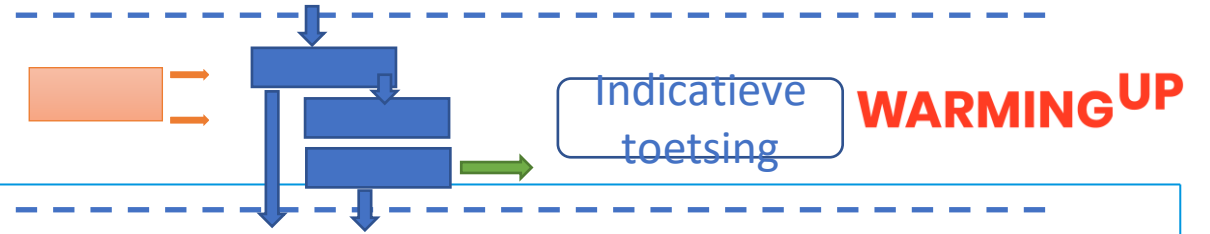


- Is er een vergelijkbare casus?
- Zo ja, welke effecten worden daar verwacht?

- Fictieve cases
- Praktijkvoorbeelden



Indicatieve toetsing (fictieve cases)



Watertype	Stilstaand lijnvormig water (type1,)	Stromend lijnvormig (type6)	Stilstaand meervormig (type2)	Stilstaand meervormig (type 4)
	vaarten, kanalen, sloten	vaarten, kanalen, sloten	klein/ matig ondiep meer	matig-groot ondiep meer
Voorbeeld	Zuid Willemsvaart	Bovenmark	Plas van Buijsen (Pijnacker)	Kralingse Plas
Breedte, B (m)	50	25	150*150	1000x1000
Diepte, D (m)	3.5	2.0	1.5	1.5
Debiet Q (m³/s)	Nvt	1	Geen	Geen

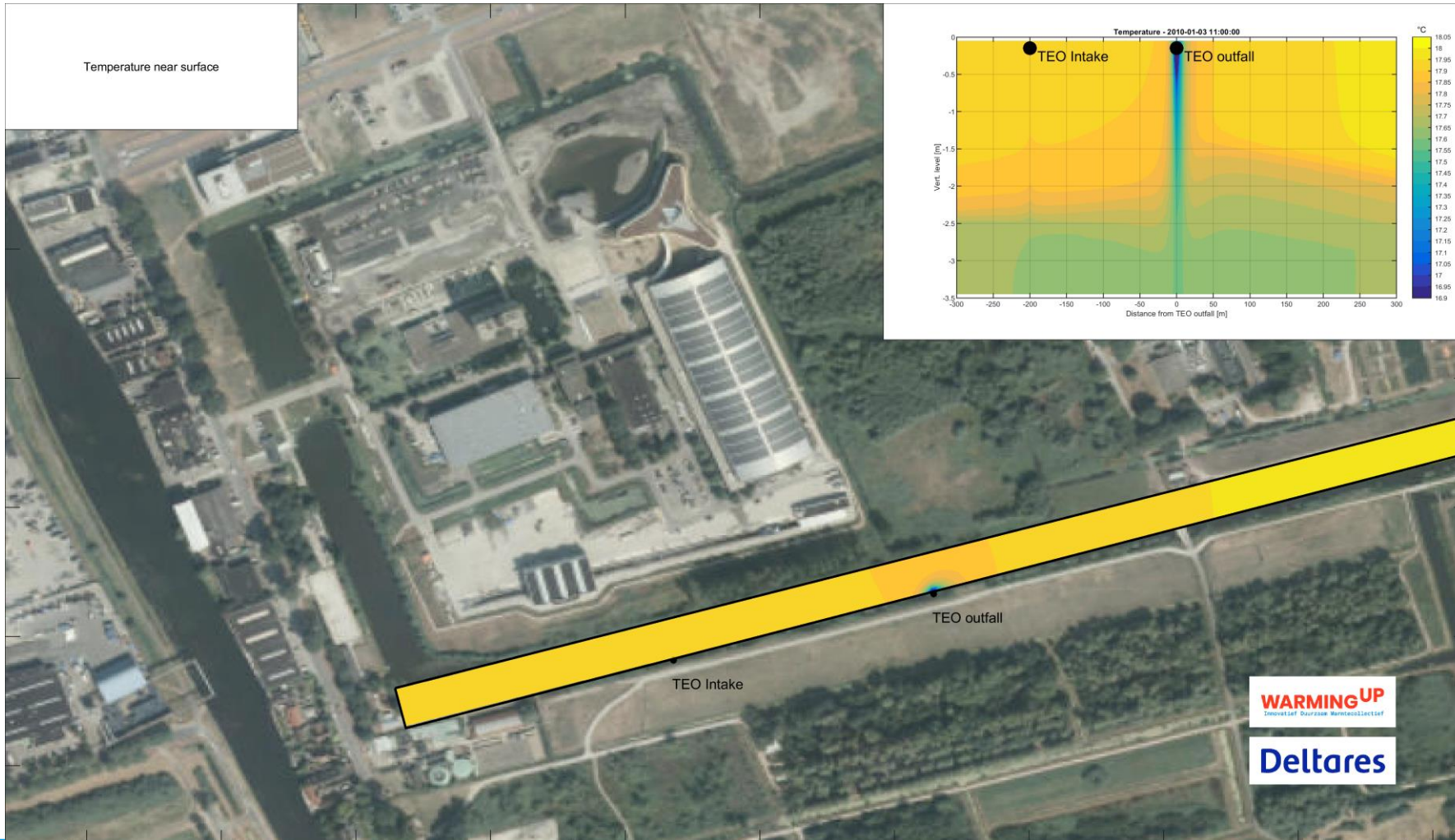
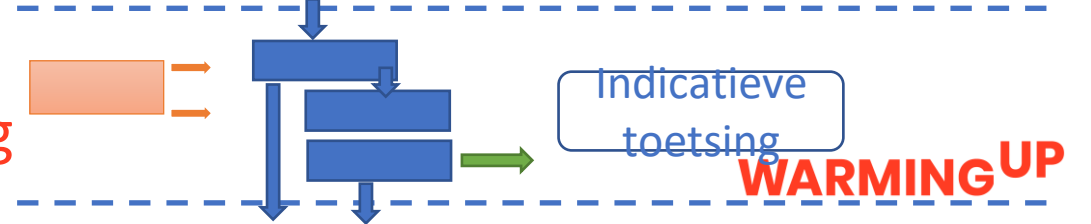
• Scenario's

- Voor 800 woningen; 8.730 GJ
- 140 m3/uur met 3200 draai-uren (ap)
- deltaT 5 graden
- Vergelijkbaar met 1/2TEO

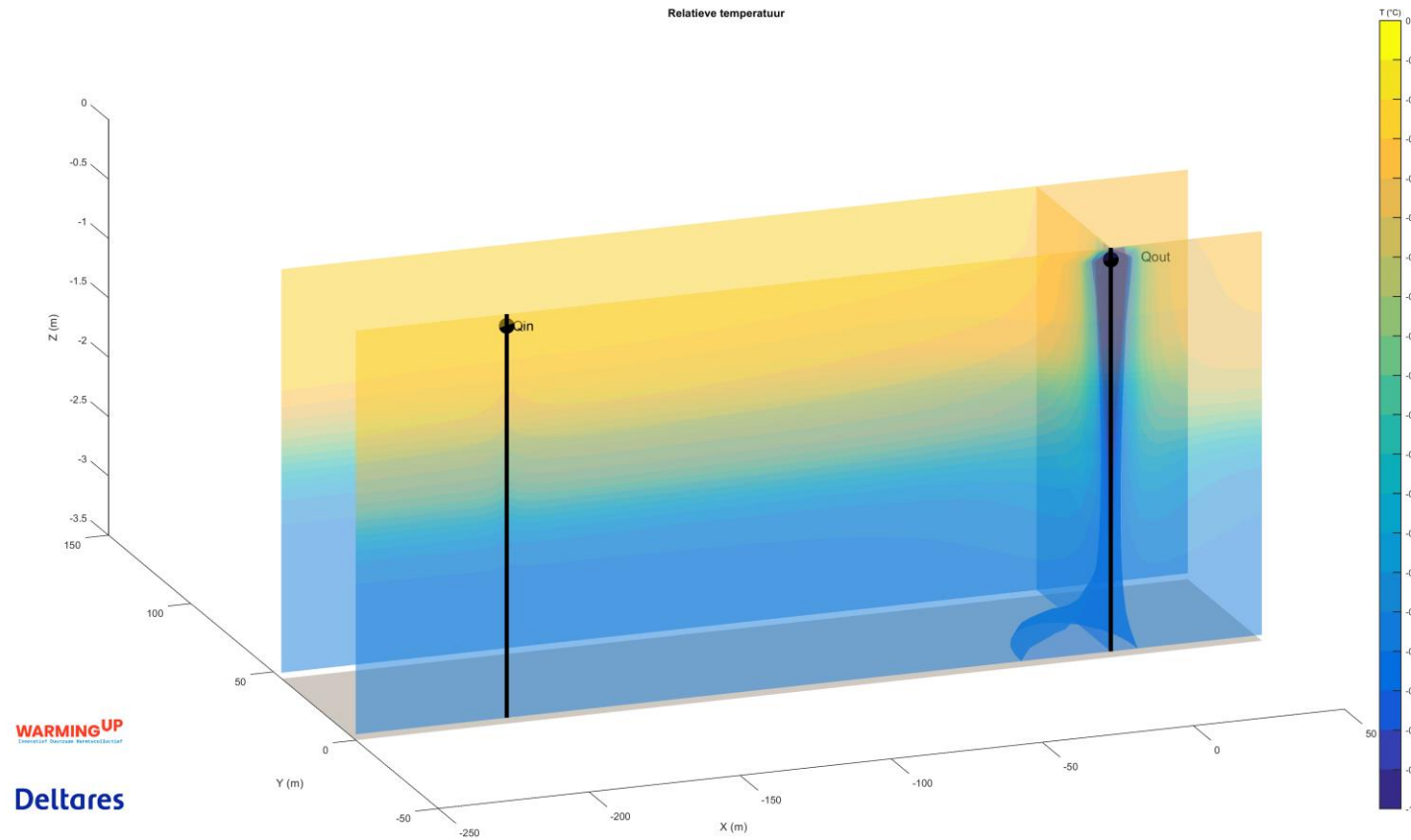
Scenario	Q (m³/h)	delta T (°C)	Koudevracht (=warmtevraag)		
			(gradC.m³/h)	(MW)	(TJ.100d)
TEO_{ref}	300	-5	1500	1,75	15
TEO10	150	-10	1500	1,75	15
2TEO	300	-10	3000	3,50	30
½TEO	150	-5	750	0,88	7,5

Resultaten Delft3D; fictieve cases lijnvormig

$Q_{loz} = 150 \text{ m}^3/\text{hr}$; $\Delta T = 5 \text{ graden}$



In 3D

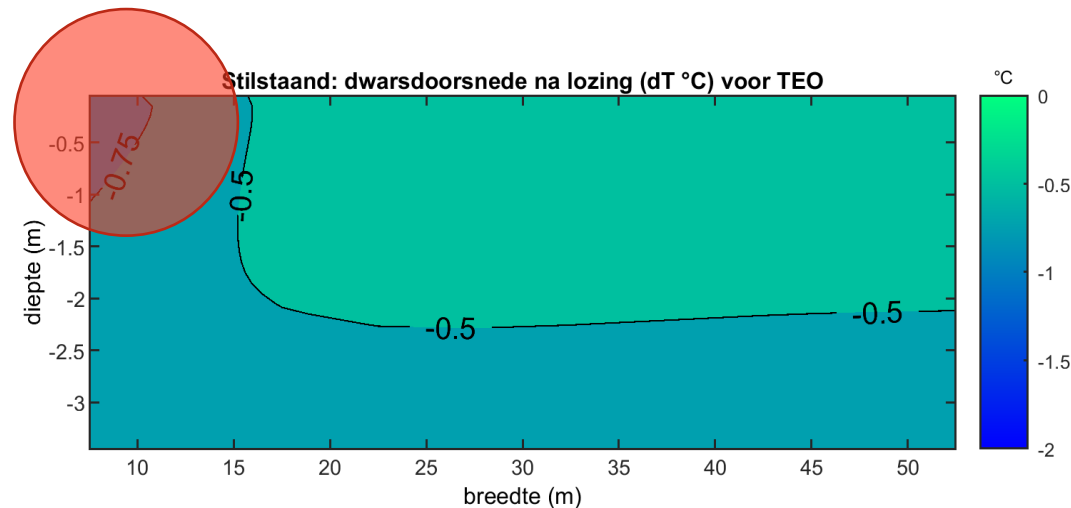
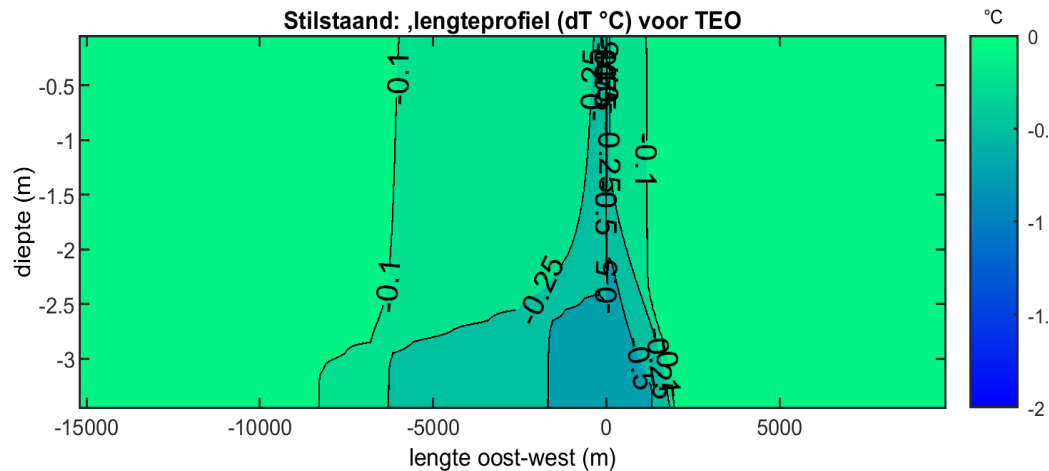


Resultaten Delft3D; fictieve cases lijnvormig

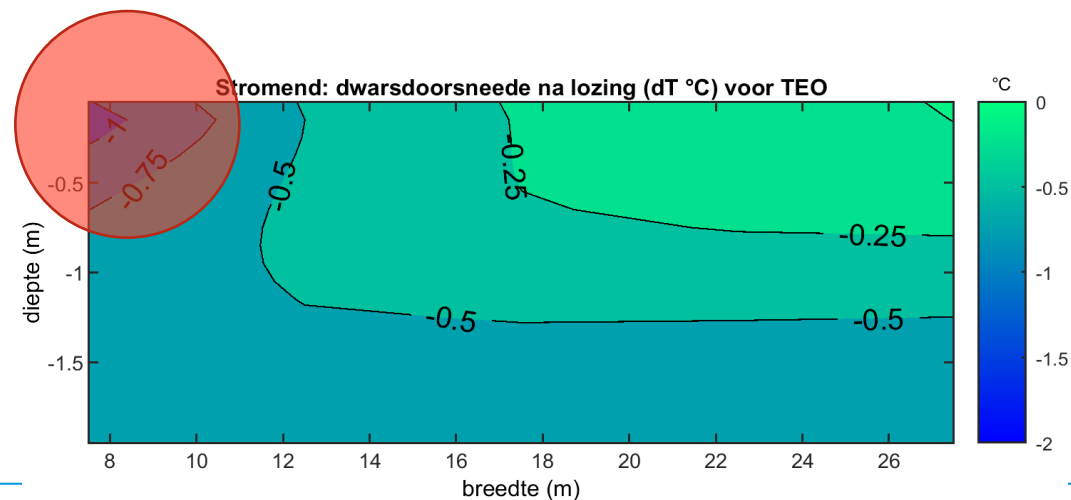
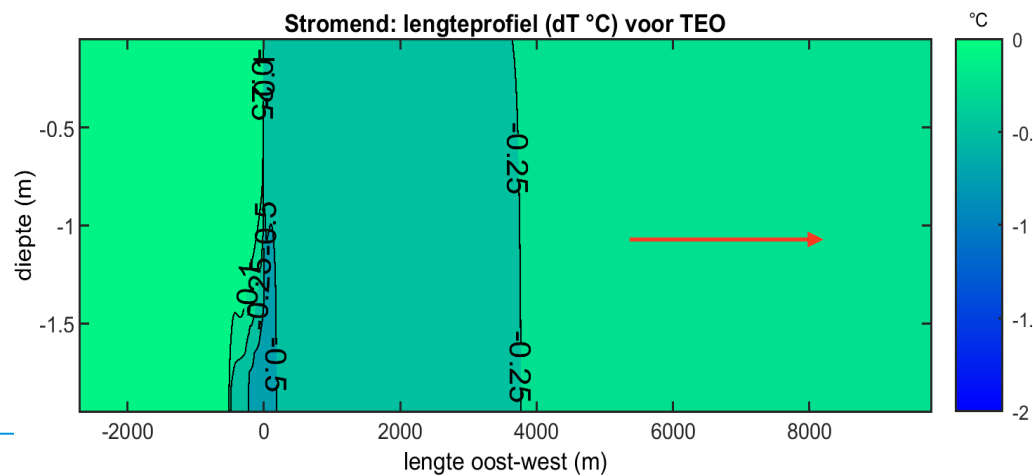
$Q_{loz} = 150 \text{ m}^3/\text{hr}$; $\Delta T = 5 \text{ graden}$



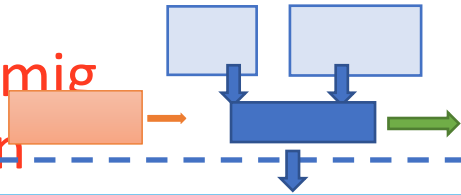
Stilstaand



Stromend



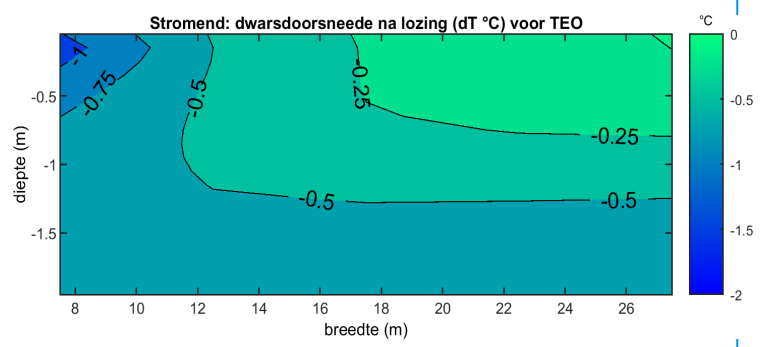
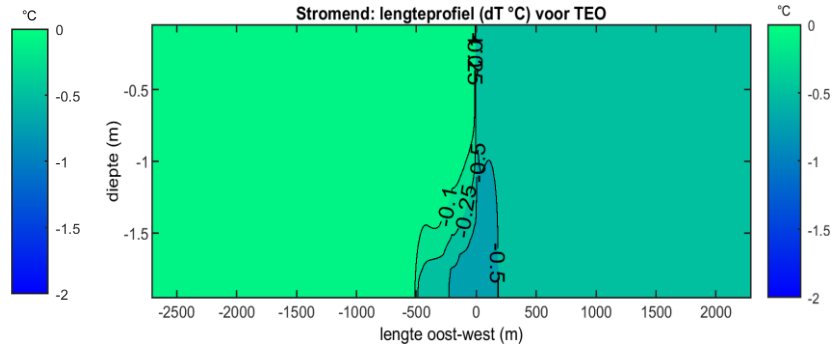
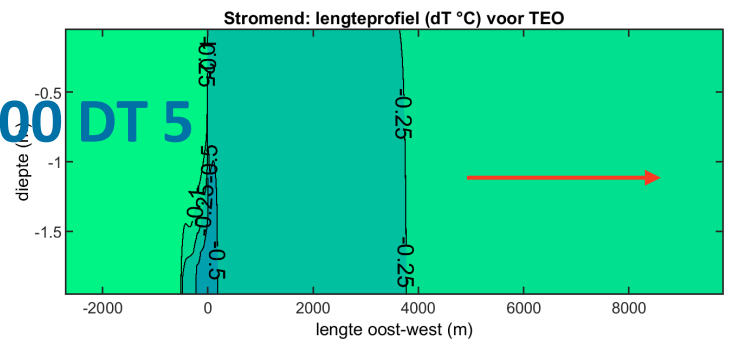
Resultaten Delft3D; fictieve cases lijnvormig 150, 300 m³/hr met DeltaT = 5, 10 graden



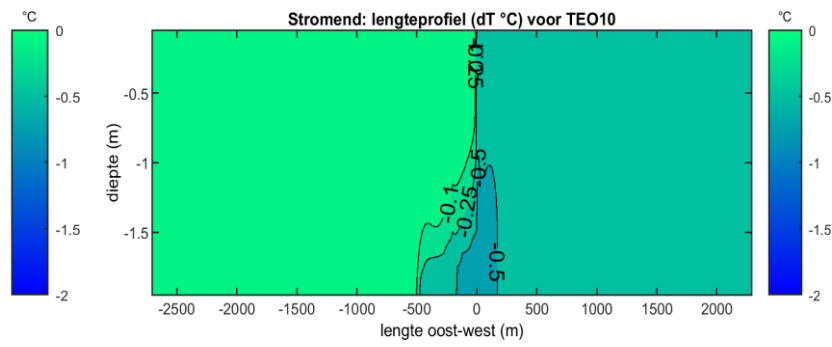
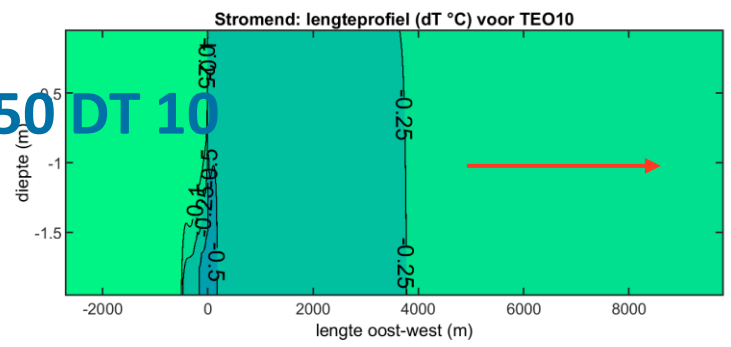
Eerste toets

WARMING UP

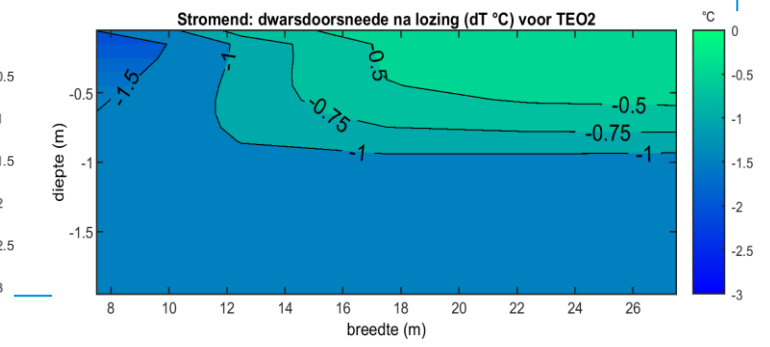
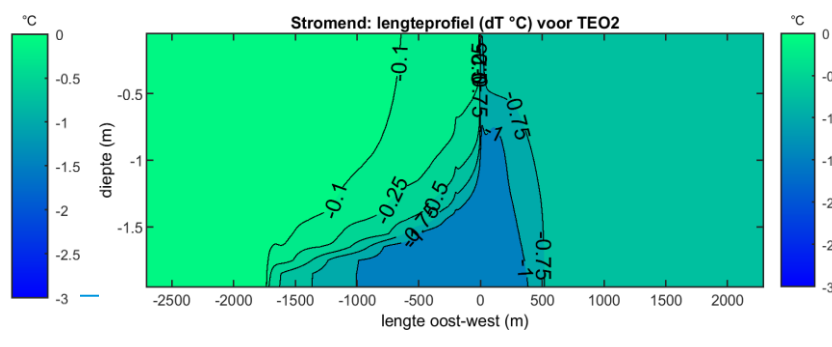
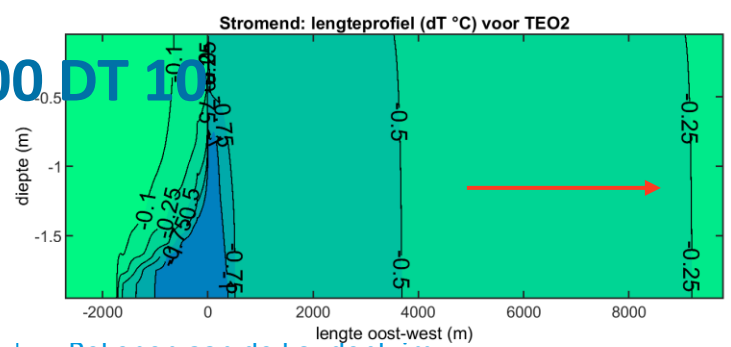
Q=300 DT 5



Q=150 DT 10



Q=300 DT 10

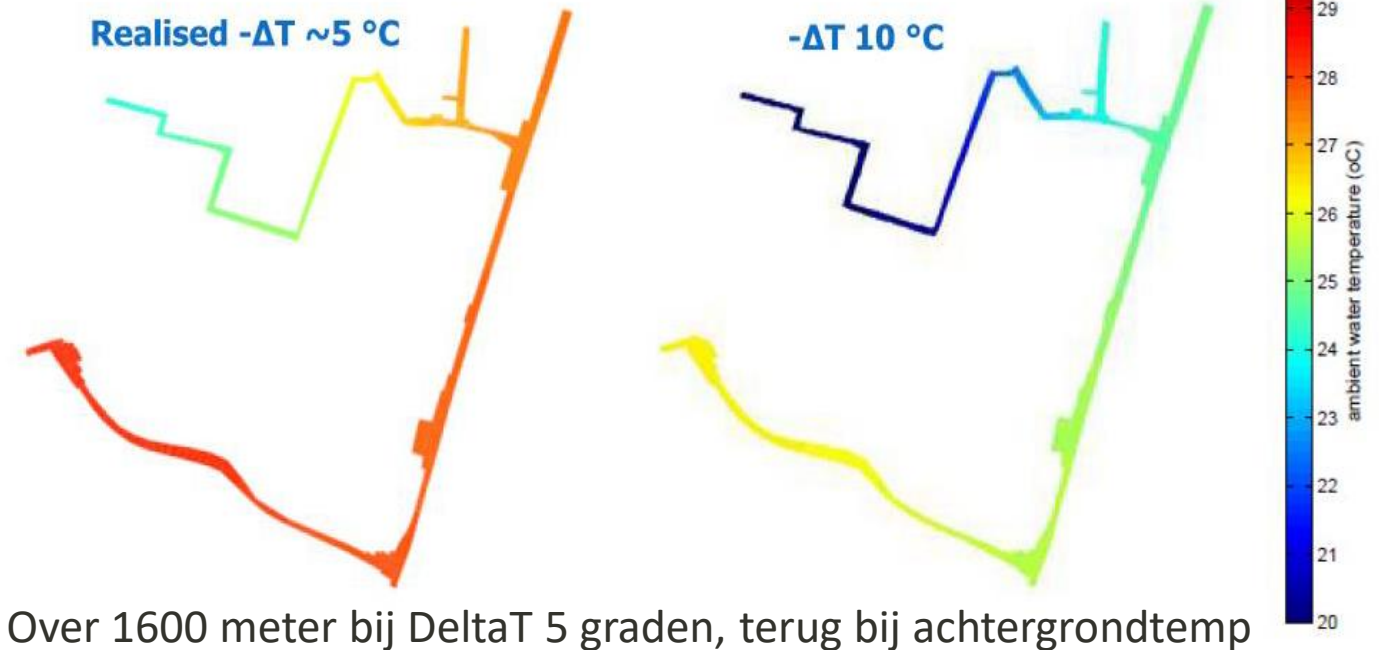


Praktijkvoorbeelden



Praktijk voorbeeld	Hoog Dalem, Gorinchem	Weerwater, Almere	Plas Helsingen, Vianen	Sloterplas, Amsterdam
	Lijnvormig stagnant	meervormig, ondiep	meervormig diep	meervormig diep
Oppervlakte (ha)	0.96	150	3.5	92
B (m)	6	1200 ¹	190 ¹	nvt
D (m)	1.2	2	3	3
Q (m ³ /uur)	150	1800	5	5
deltaT (°C)	3 tot 5	7	8	8
koudevracht	½TEO	8 TEO's	1	1

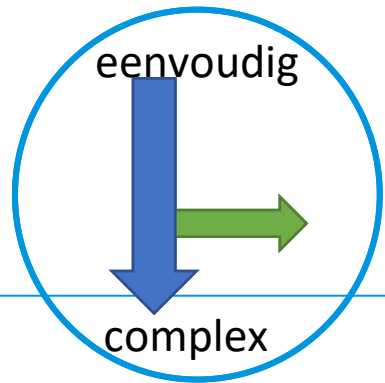
ad 1: berekend uit oppervlak aangenomen dat de plas vier



Toets op maat

Toets op maat **WARMINGUP**

- In beleidskader
- In aparte notitie
- Verschillende tools
- Inzet afhankelijk van situatie
- Hoeveel inspanning nodig?

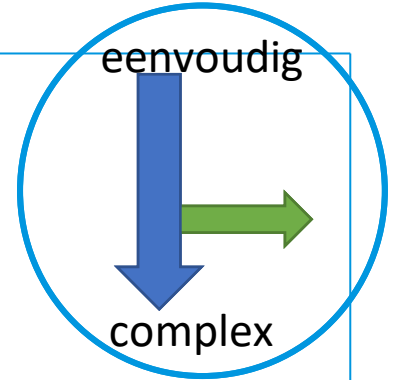


Watersysteem		Gebaseerd op	Houdt rekening met	Ongeschikt voor
Alle watersystemen	1. Volledig gemengd	Energiebalans	karakteristiek lozing (Q-loz, dT-loz) en watersysteem (volume en oppervlak)	onvolledig gemengde watersystemen
Lijnvormig stromend water (rivier, beek)	2. Thermisch lengteprofiel	Energiebalans	idem + watersysteem debiet en breedte watergang	niet stromend of onvolledig gemengd in dwars of diepterichting
Stromend water, meerdere lozingen op 1 watersysteem	3. Sobek	menging en energiebalans	idem+ meteorologie 1D dynamisch transport volledige menging diepte en breedte	gestratificeerde systemen (meren, zoutgelaagdheid)
Zoet water, stilstaand en stromend	4. Excel-tool	Fisher-relaties voor mengzones	stroming, diepte, breedte (meer) en diameter lozingspijp	Situaties waar dichtheidsverschillen een serieuze rol spelen
Idem	5. Jet3D	Jet3D vergelijkingen	stroming, diepte, breedte en karakteristieken van (uitstroom van) de lozing	far-field
Idem	6. CORMIX	als Jet3D	idem	minder geschikt voor far-field
Zoet water inclusief getijwateren en havens	Immissietoets webapplicatie	Jet3D en Fisher-relaties voor mengzones	Dichtheidsverschillen (a.g.v. temperatuur en zout)	Pas geschikt na aanpassing voor lozing van temperatuur
Diepe en ondiepe meren, stilstaand water Meerdere lozingen op 1	7. D3D	?	Meteo; stroming door wind bijv.	

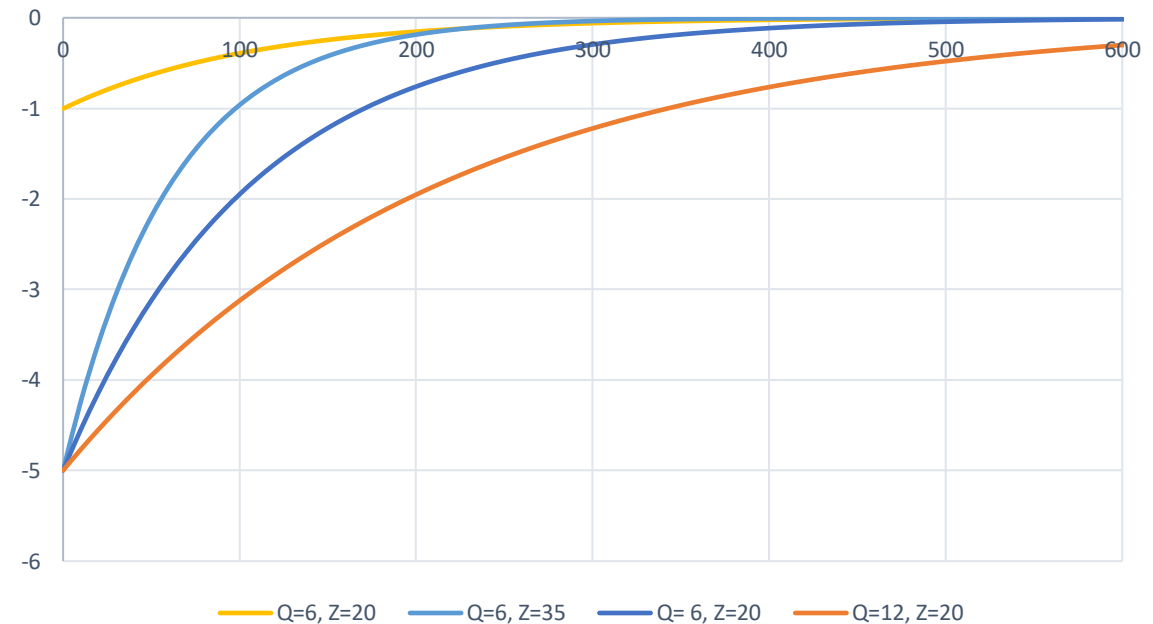
Veronderstel volledig gemengd (1 en 2) opwarming stromend water

- 1 ongeschikt, alleen voor niet stromend
- 2 Indicatie opwarming over lengte (stromende) watergang
 - 6 m³/s (0.01 m/s)
 - Verondersteld 5 graden afkoeling!
 - (zelfde formulering als in SOBEK)

WARMING UP



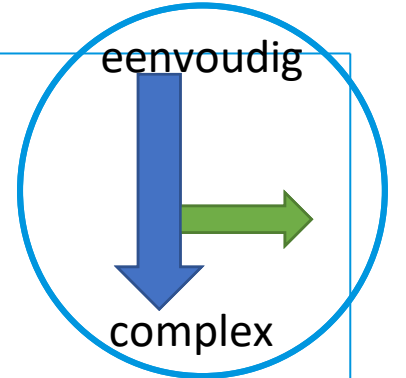
Opwarming over lengte watergang



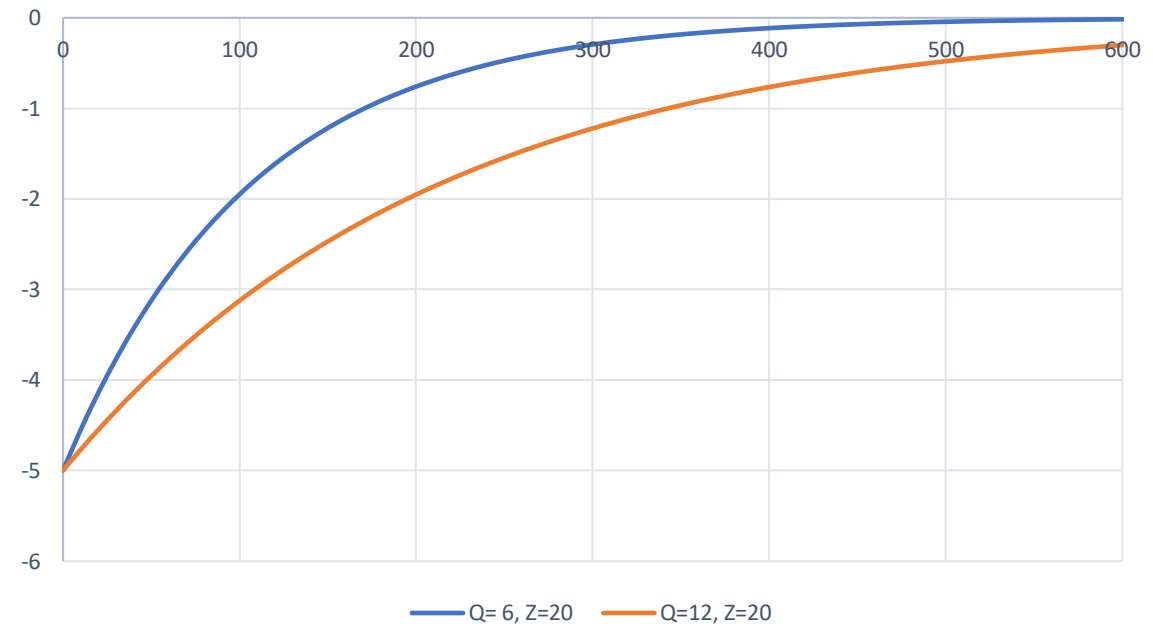
Veronderstel volledig gemengd (1 en 2) opwarming stromend water

- 1 ongeschikt, alleen voor niet stromend
- 2 Indicatie opwarming over lengte (stromende) watergang
 - 6 m³/s (0.01 m/s)
 - Verondersteld 5 graden afkoeling!
 - (zelfde formulering als in SOBEK)

WARMING UP



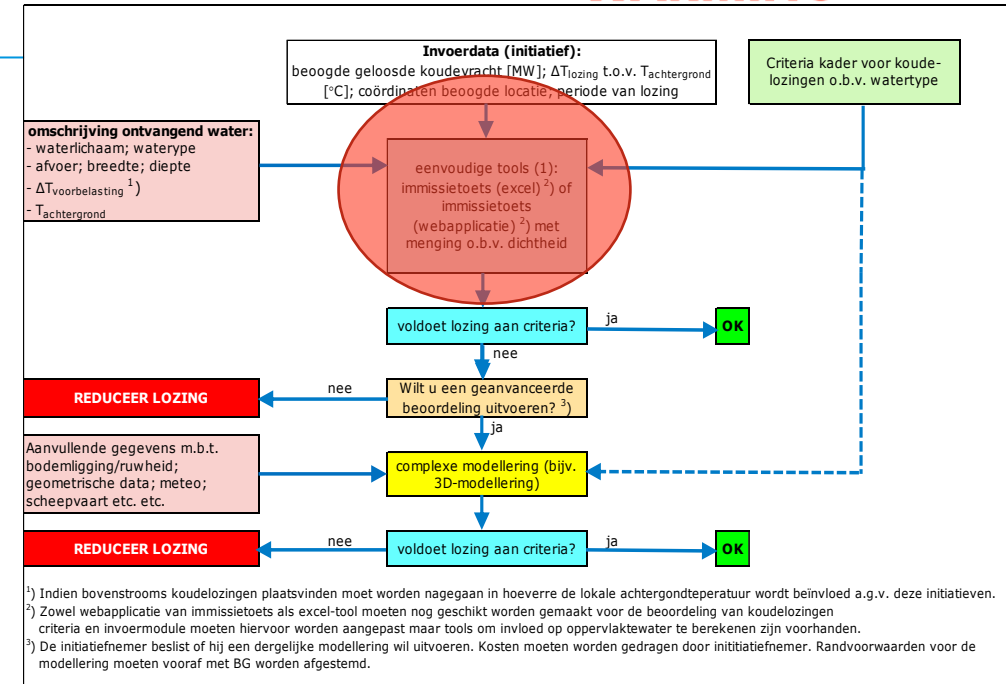
Opwarming over lengte watergang



Eenvoudige benadering voor bepaling mengzone voor stromend water

WARMINGUP

- Onderdeel van immissietoets
 - Ontleend aan beoordelingssystematiek warmtelozingen (vispasseerbaarheid warmtepluim (CIW))
 - mengzone (30°C) = $Q_{loz}/Q_{afv} * (1 + (T_{loz} - ER) / (ER - T_a)) * 100\%$
 - Berekent:
 - Menging
 - Lengte mengzone
 - Afkoeling ontvangend water na 500m



- Voor koudelozingen:

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

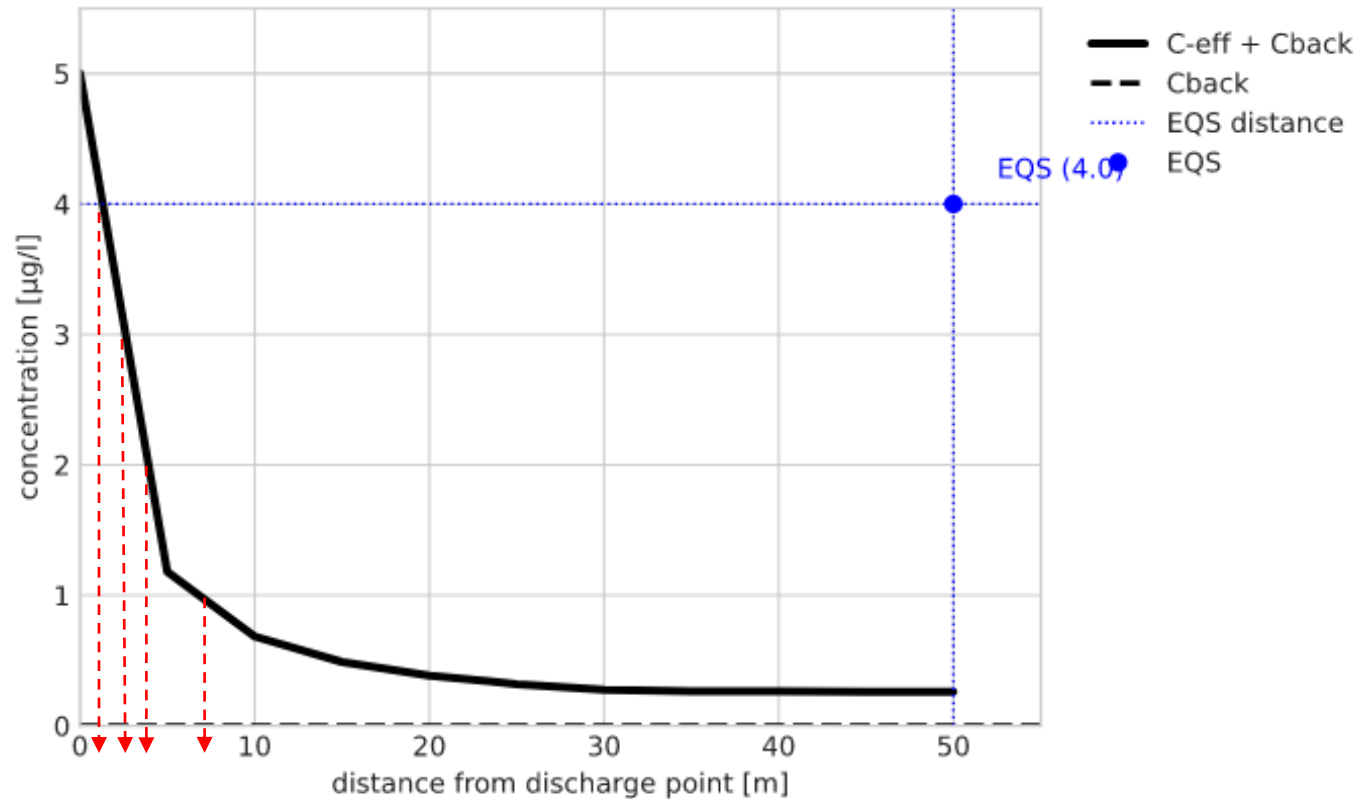
- Voorbeeld; Met $ER = \Delta T = -4$ °C en $T_{loz} = \Delta T = -5$ °C ziet de formule er als volgt uit:

$$\text{Mengzone} = Q_{loz} / Q_{afv} * (1 + (-5 - (-4)) / (-4)) * 100\% = Q_{loz} / Q_{afv} * (1 + (-1) / (-4)) = Q_{loz} / Q_{afv} * 1,25$$

Eenvoudige mengzoneberekening casus Dieze

Grafische weergave pluim

Huidige initiatief (2,36 MWth)



Omvang mengzone:

$\Delta T = -4 \text{ }^\circ\text{C}$ wordt bereikt na 1,5 m

$\Delta T = -3 \text{ }^\circ\text{C}$ wordt bereikt na 3 m

$\Delta T = -2 \text{ }^\circ\text{C}$ wordt bereikt na 4 m

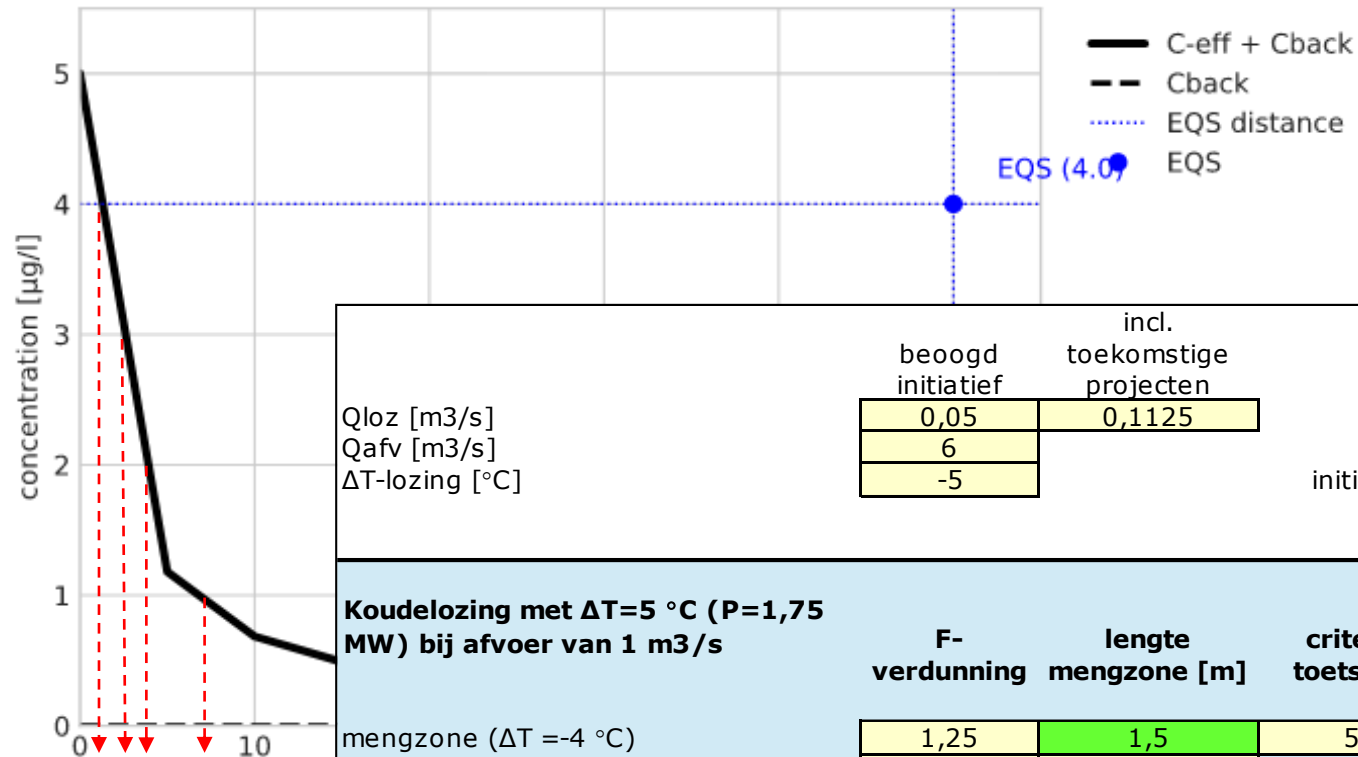
$\Delta T = -1 \text{ }^\circ\text{C}$ wordt bereikt na 7 m

ΔT na 500 m is 0,16 $^\circ\text{C}$

Casus Dieze o.b.v. eenvoudige benadering

Grafische weergave pluim

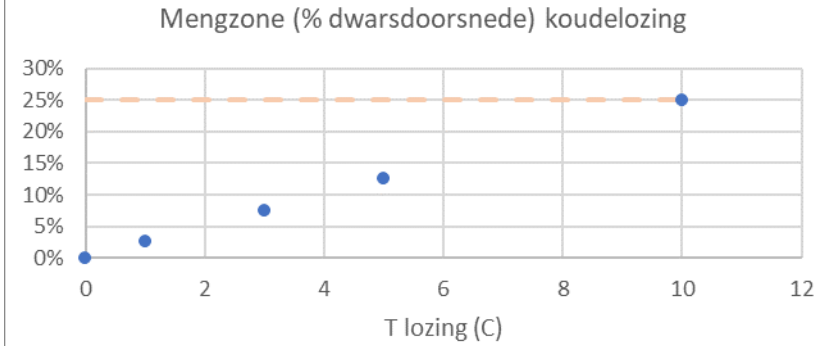
Huidige initiatief (2,36 MWth)



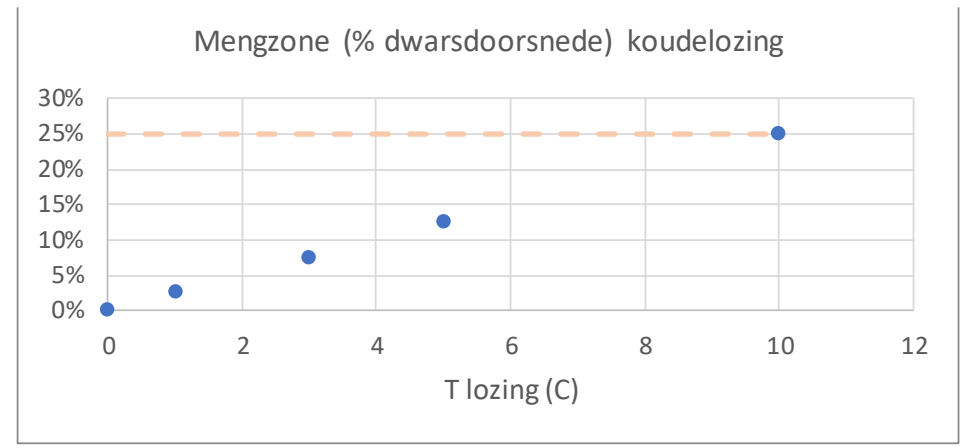
Qloz [m3/s]	0,05	incl. toekomstige projecten	0,1125	breedte [m]	77	diepte [m]	3,7	oppervlak watersysteem (Dieze)	385000
Qafv [m3/s]	6			initiatief:	huidig				
ΔT-lozing [°C]	-5								
Koudelozing met ΔT=5 °C (P=1,75 MW) bij afvoer van 1 m3/s									
	F-verdunning	lengte mengzone [m]	criterium toetskader	opp-mengzone [m2]	% waterlichaam	worst case inschatting % dwarsdoorsnede mengzone			
mengzone (ΔT =-4 °C)	1,25	1,5	500	0,34	0,000088%	1,05%			
mengzone (ΔT =-3 °C)	1,67	3		0,90	0,000235%	1,40%			
mengzone (ΔT =-2 °C)	2,50	4		1,81	0,000470%	2,10%			
mengzone (ΔT =-1 °C)	5,00	7		6,33	0,001645%	4,20%			
ΔT op 500 m van de lozing [°C]	0,160								

dige mengzoneberekening

WARMING^{UP}

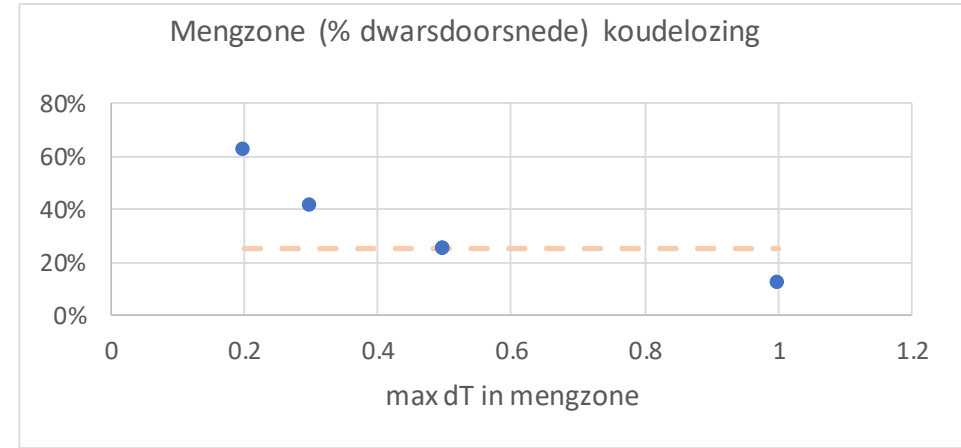


			1.6	1.6	1.6
Qloz	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Tloz	0	1	3	5	10
Tback	0	0	0	0	0
TmaxMZ	1	1	1	1	1
MZ(%)	0%	3%	8%	13%	25%

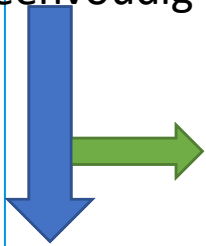


Dieze voorbeeld

Qriv	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Qloz	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Tloz	5	5	5	5	5
Tback	0	0	0	0	0
TmaxMZ	0.2	0.3	0.5	0.5	1
MZ(%)	63%	42%	25%	25%	13%



eenvoudig



complex

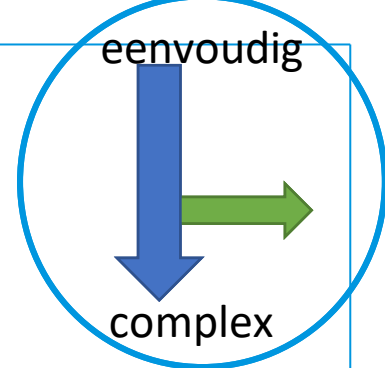
Eenvoudige mengzoneberekening bij meer projecten

- DeltaT op 500 m van 0,16 naar 0,20 graden

Qloz [m3/s]	beoogd initiatief	incl. toekomstige projecten		breedte [m]	diepte [m]	oppervlak watersysteem (Dieze) 385000
Qafv [m3/s]	0,05	0,1125		77	3,7	
ΔT-lozing [°C]	6		initiatief:	toekomstig		
	-5					
Koudelozing met ΔT=5 °C (P=1,75 MW) bij afvoer van 1 m3/s	F- verdunding	lengte mengzone [m]	criterium toetskader	opp- menzone [m2]	% waterlichaam	worst case inschatting % dwarsdoorsnede mengzone
mengzone (ΔT =-4 °C)	1,25	1,5	500	0,34	0,000088%	2,39%
mengzone (ΔT =-3 °C)	1,67	3		0,90	0,000235%	3,18%
mengzone (ΔT =-2 °C)	2,50	4		1,81	0,000470%	4,78%
mengzone (ΔT =-1 °C)	5,00	7		6,33	0,001645%	9,55%
ΔT op 500 m van de lozing [°C]	0,205					

Situatie rondom lozingspunt

WARMINGUP



manual

Version 2.05

STRAAL3D / JET3D

A simulation program for a jet discharge with 3D trajectory in ambient flow

December 1994



delft hydraulics

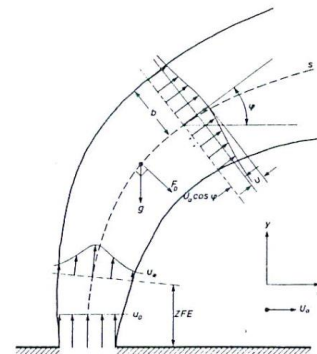
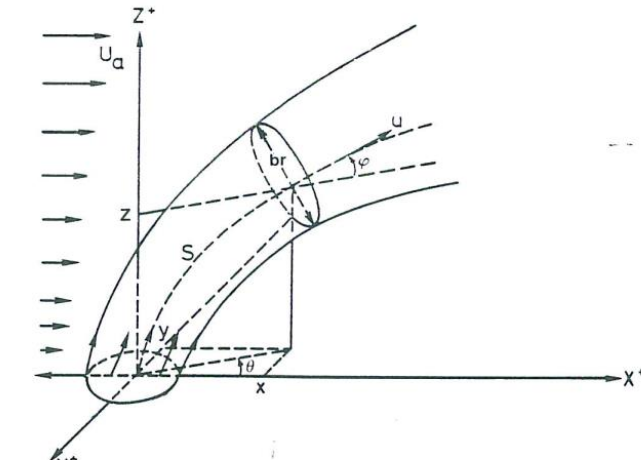
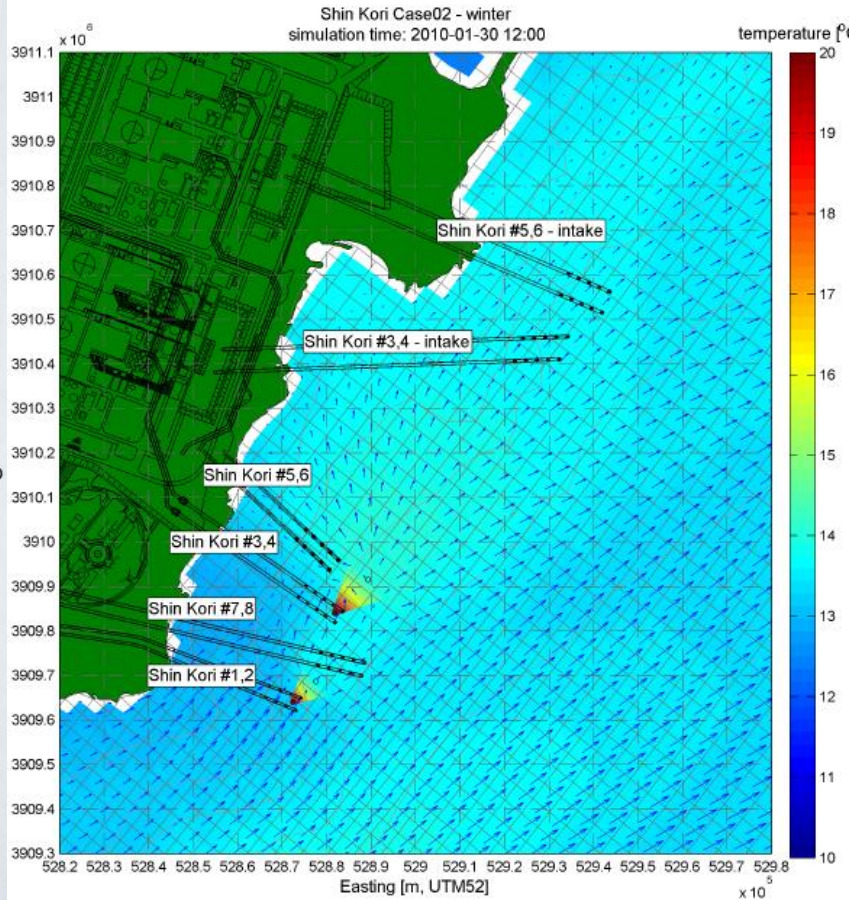


Fig. 1 Buoyant jet in cross flow (2D)

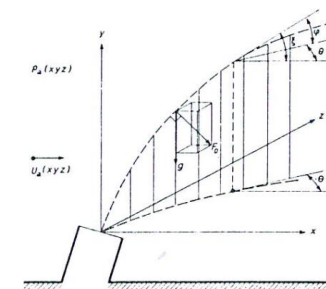
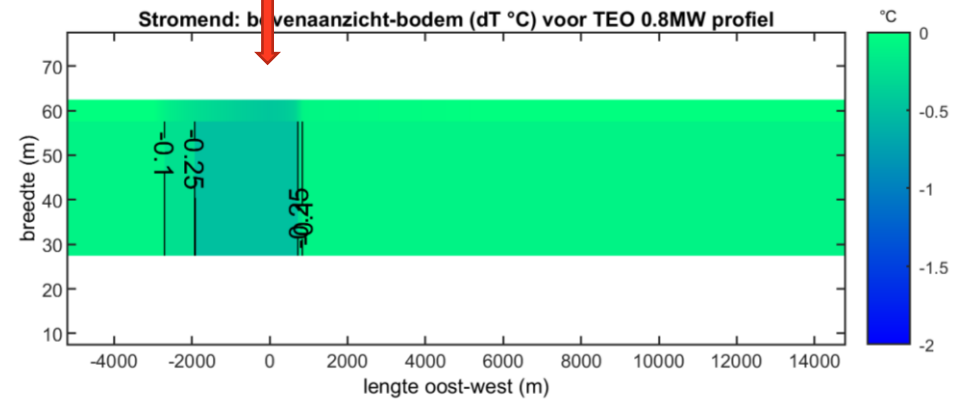
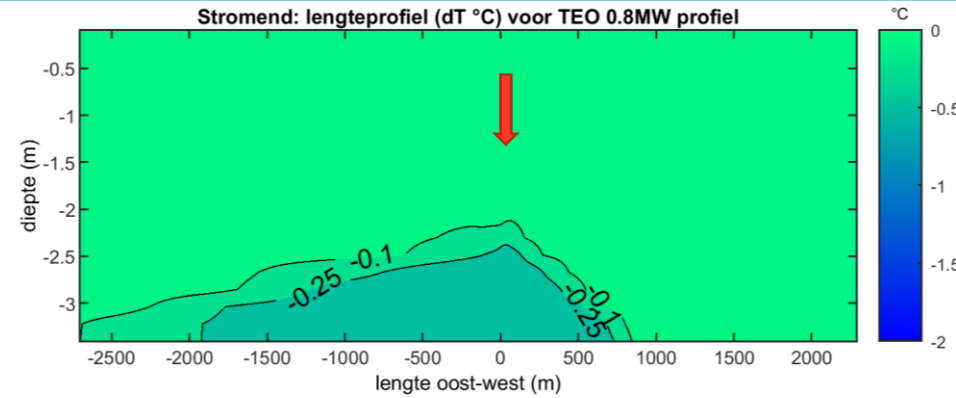
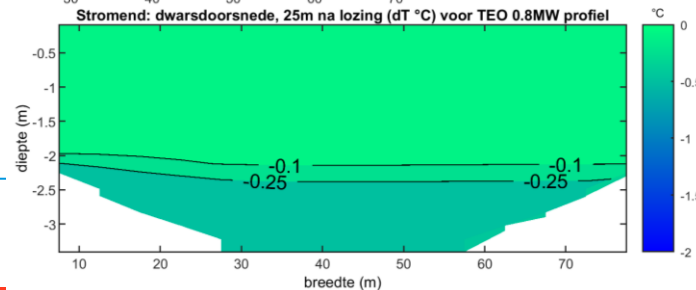
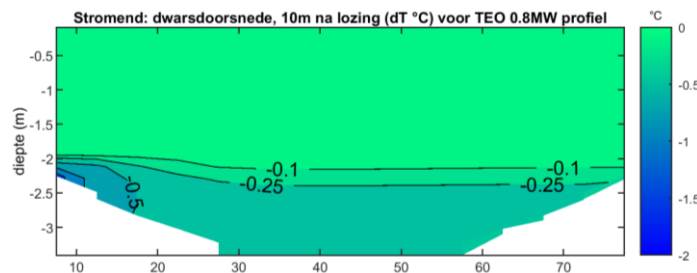
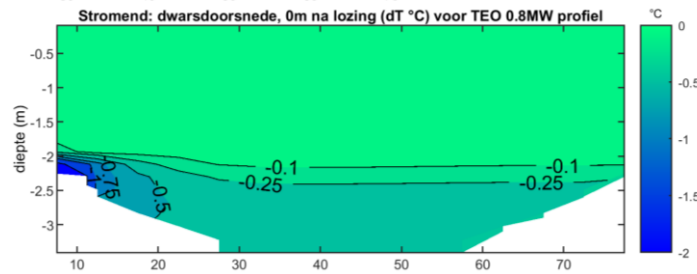
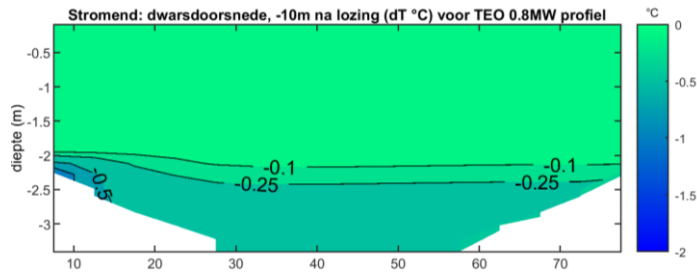
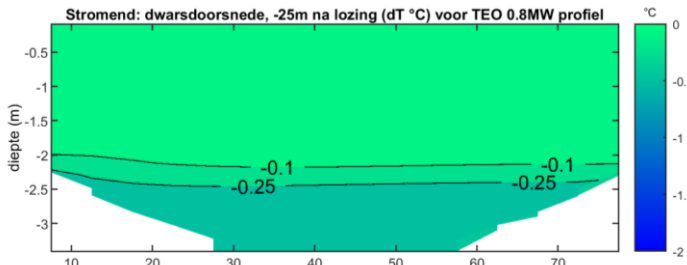


Fig. 2 Jet axis in ambient flow (3D)

Resultaten Delft3D

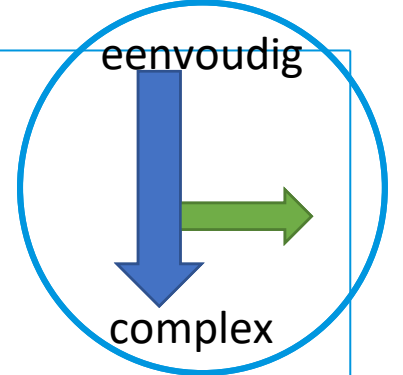
WARMING^{UP}



- 3D verspreiding koudepluim niet alleen 'stroomafwaarts'
- 'concentratie' aan bodem (kleiner dan oppervlak)

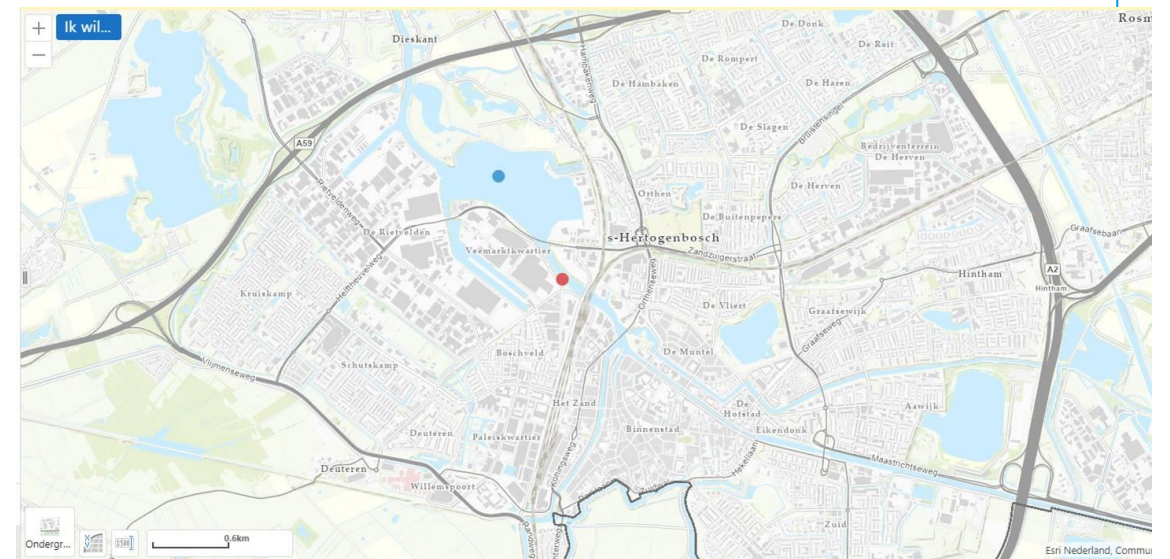
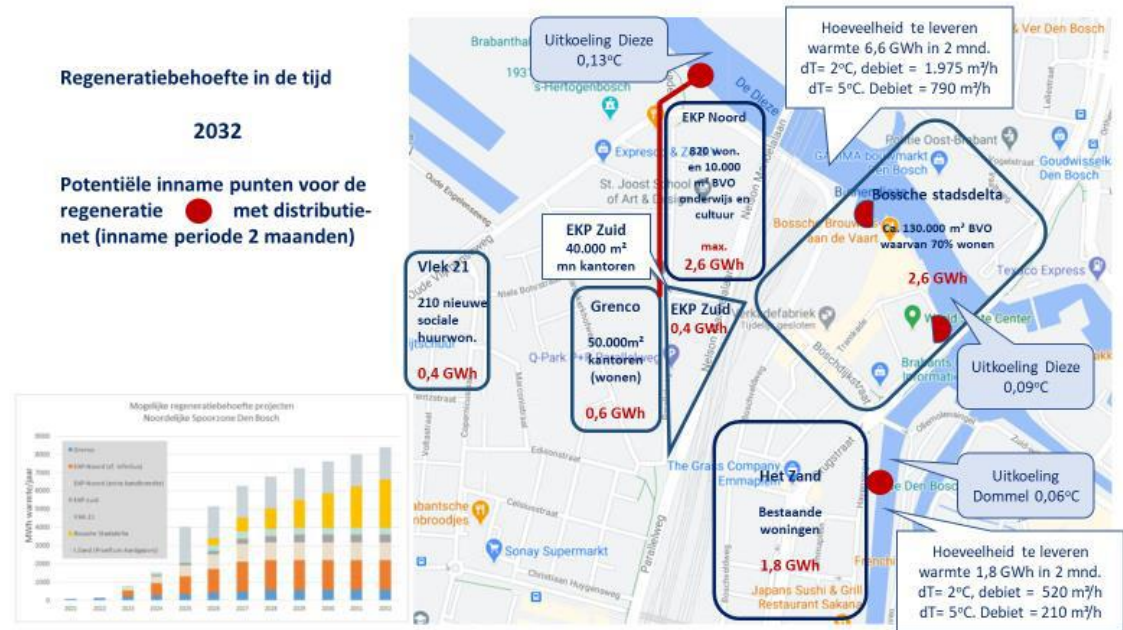
Resultaten Delft3D (2)

WARMINGUP



- Overwegingen

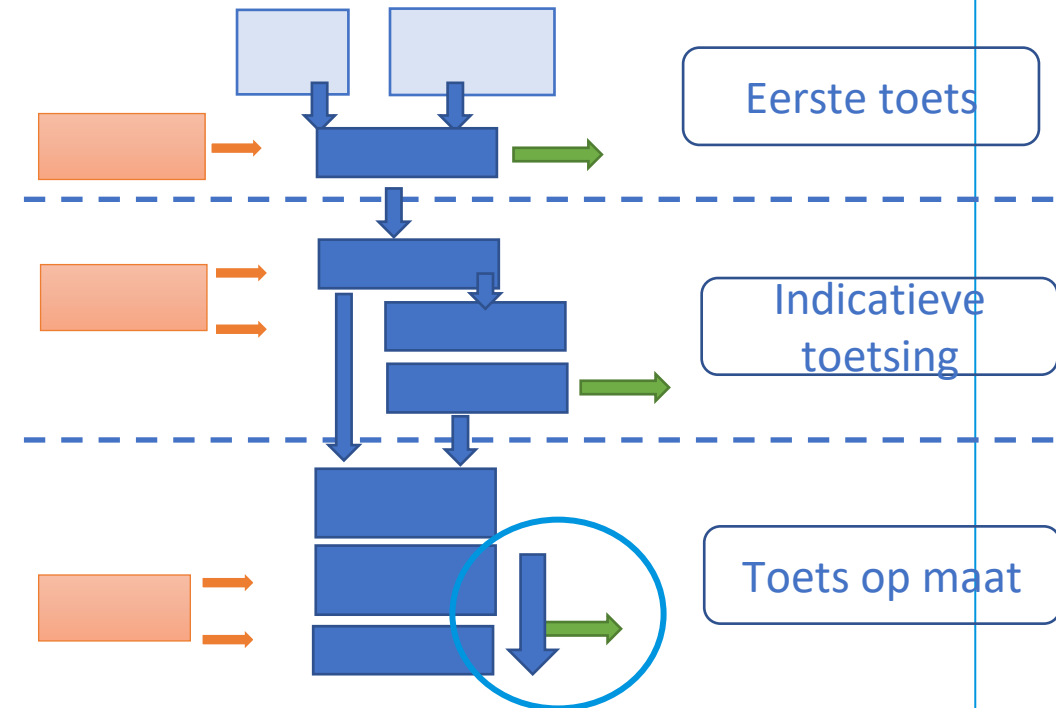
- Tempverandering , 1 graad verwacht versus nauwkeurigheid numeriek model
- Modellerinspanning beperken
- Geschematiseerde situatie voldoende voor nu



Wat leert welke stap ons?

WARMING^{UP}

- Eerste toets: lozing < 1% van zomergemiddeld debiet
- Indicatieve toets:
 - temperatuurverschil beperkt tot lokaal max ca 1 graad.
 - Koude zakt naar de bodem, stroomop- en afwaarts
 - 0.25 graad zichtbaar tot ca 4 km stroomopwaarts
- Toets op maat:
 - Volledige opwarming over ca. 500 m (thermal decay)
 - Nadere analyse lokaal met Jet3D bijv.
 - Mengzone:
 - Dwarsprofiel: 10-12% van de dwarsdoorsnede
 - Lengte mengzone: 7 meter voor 1 graad
 - Afkoeling na 500m: 0,16 graden
 - D3D berekeningen geven vergelijkbaar beeld als fictieve casus.



- Voorbeelduitwerking 2
- Meervormig water



Ondiepe plas bij nieuwbouwwijk
140 * 180 meter, ca 1 m diep

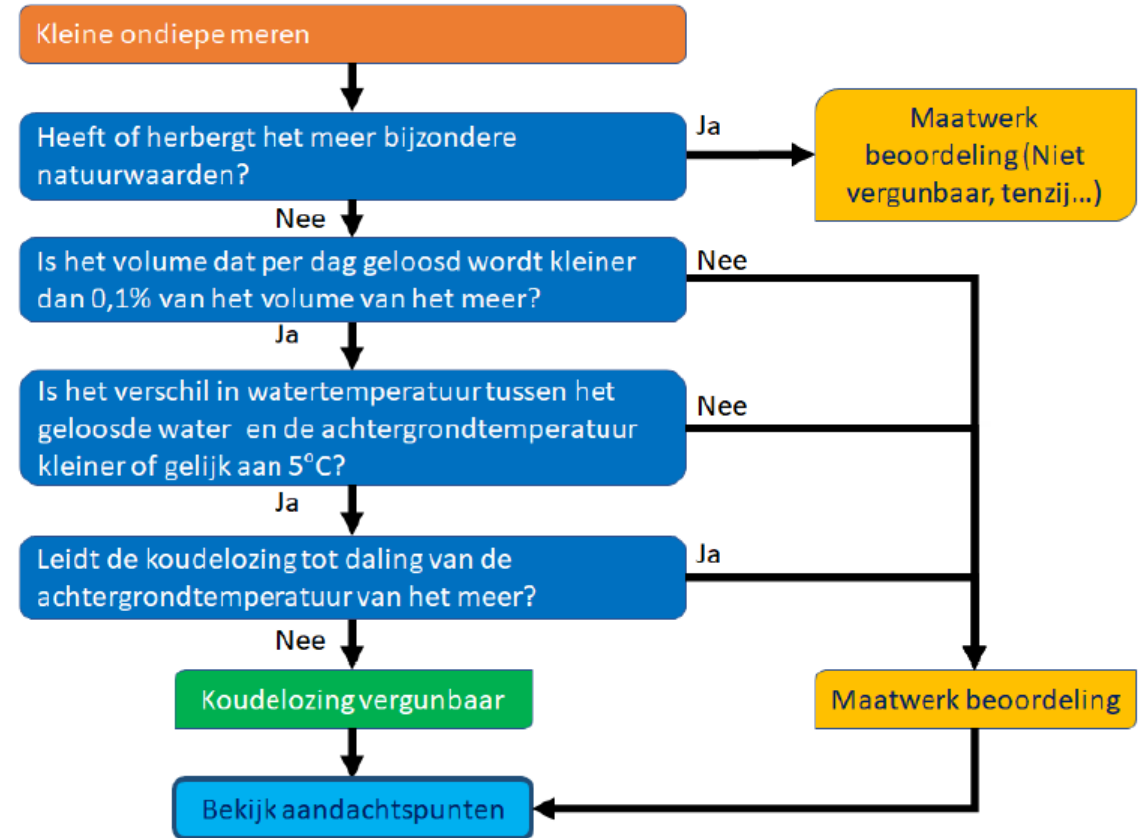
Kenmerken onttrekking, fictief

- 1800 kWatt
- 300 m³/uur met X draai-uren
- deltaT 5 graden
- Stel 15GJ per woning per jaar, ca. 600 (nieuwbouw) woningen



- Criteria beleidskader
 - Is de warmtevraag < 250 GJ/jaar
 - Meervormig
 - Diepte < 3m
 - < 50 ha
 - Niet natuurlijk?
 - Kleine ondiepe meren
- Toetsing
 - Volume meer: $140 \cdot 180 \cdot 1 = 25.300 \text{m}^3$
 - Dagelijks lozingsvolume: $300 \cdot 24 = 7.200 \text{m}^3$
 - Lozing/volume meer = 28%
- Conclusie: maatwerk beoordeling

AFBEELDING 5.17 STROOMSCHEMA VOOR KLEINE ONDIEPE MEREN



Indicatieve toetsing (fictieve cases)

Watertype	Stilstaand lijnvormig water (type1,)	Stromend lijnvormig (type6)	Stilstaand meervormig (type2)	Stilstaand meervormig (type 4)
	vaarten, kanalen, sloten	vaarten, kanalen, sloten	klein/ matig ondiep meer	matig-groot ondiep meer
Voorbeeld	Zuid Willemsvaart	Bovenmark	Plas van Buijsen (Pijnacker)	Kralingse Plas
Breedte, B (m)	50	25	150*150	1000x1000
Diepte, D (m)	3.5	2.0	1.5	1.5
Debiet Q (m³/s)	Nvt	1	Geen	Geen

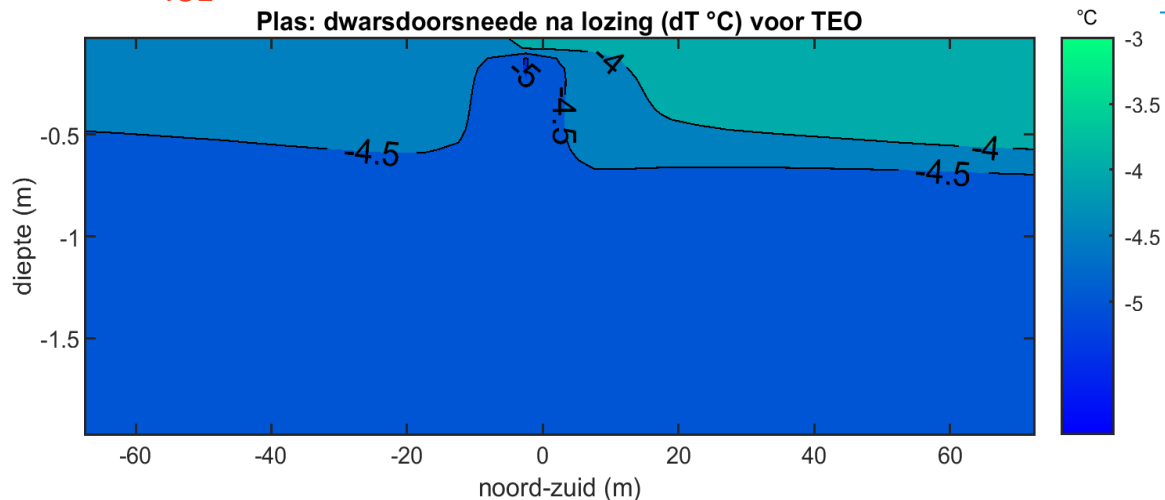
- Scenario's
 - Stilstaand meervormig
 - 300 m³/uur
 - deltaT 5 graden
 - Vergelijkbaar met TEO_{ref}

Scenario	Q (m ³ /h)	delta T (°C)	Koudevracht (=warmtevraag)		
			(gradC.m ³ /h)	(MW)	(TJ.100d)
TEO_{ref}	300	-5	1500	1,75	15
TEO10	150	-10	1500	1,75	15
2TEO	300	-10	3000	3,50	30
½TEO	150	-5	750	0,88	7,5

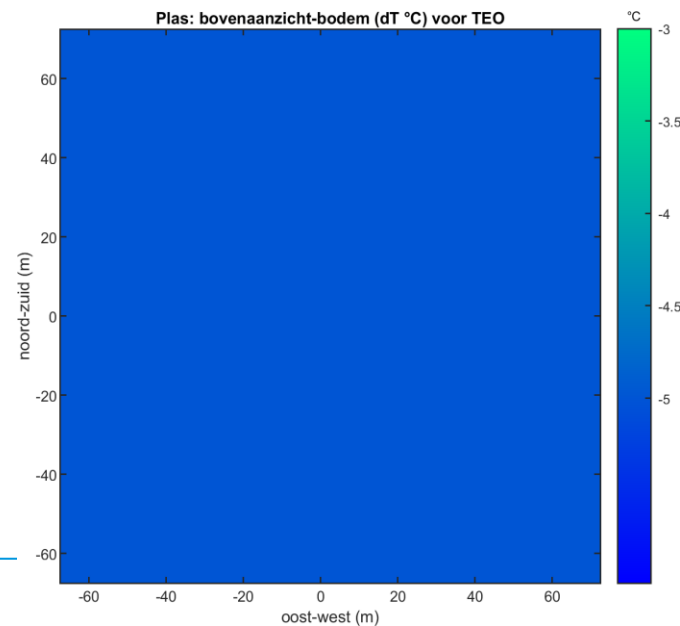
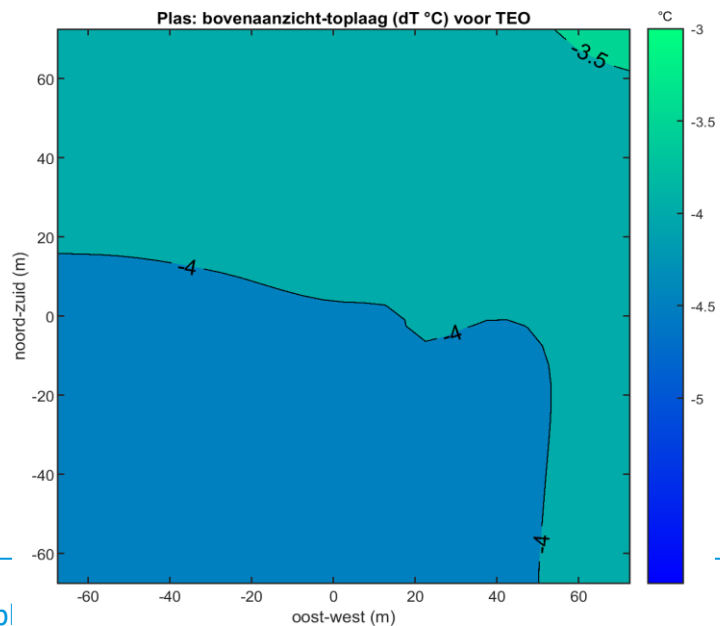
Resultaten Delft3D; fictieve cases meervormig ondiep

$Q_{loz} = 300 \text{ m}^3/\text{hr}$; $\Delta T = 5 \text{ graden}$

WARMINGUP

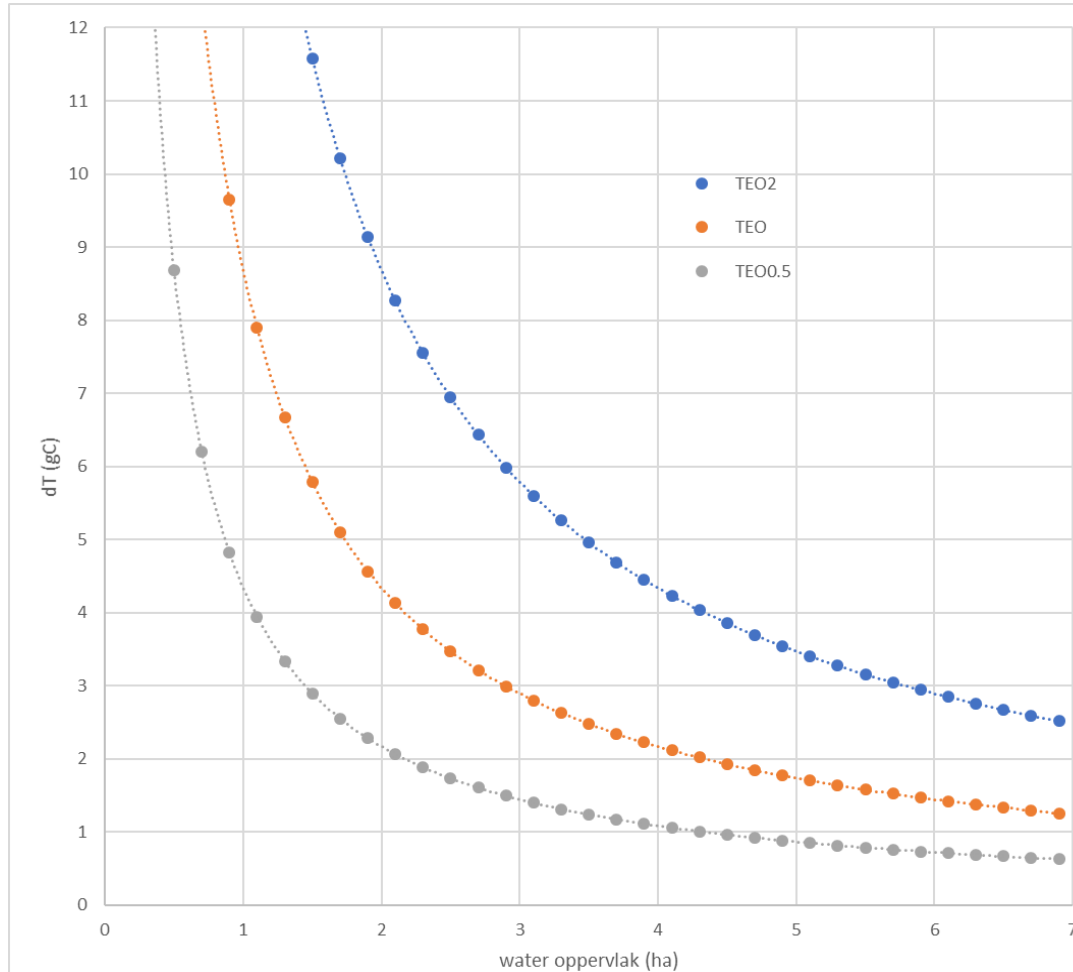


Scenario	Warmtelast (MW)	Afkoeling toplaag (°C)	Afkoeling onderlaag (°C)
TEO _{ref}	1,75	3.5 - 4.0	4.5 - 5
1/2TEO	0,88	2	2.5
2TEO	3,50	8-9	10



Opwarming ondiepe meren, gemengd of gelaagd

WARMING^{UP}



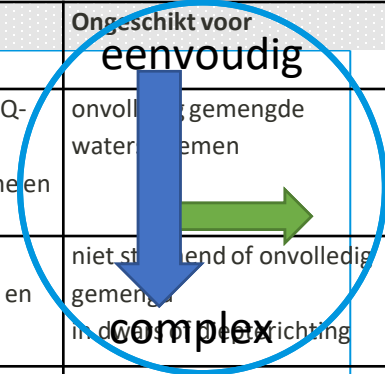
Scenario	Warmtelast (MW)	Afkoeling toplaag ($^{\circ}\text{C}$)	Afkoeling onderlaag ($^{\circ}\text{C}$)_
TEO _{ref}	1,75	3.5 - 4.0	4.5 - 5
1/2TEO	0,88	2	2.5
2TEO	3,50	8-9	10

Toets op maat

- In beleidskader
- In aparte notitie
- Verschillende tools
- Inzet afhankelijk van situatie

WARMING UP

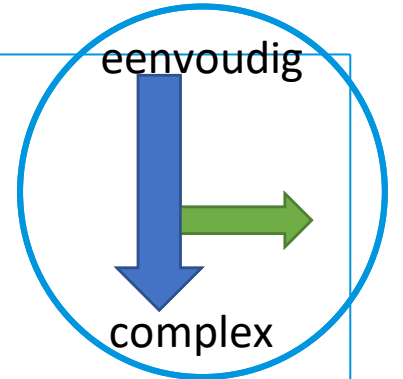
Watersysteem	Tool	Gebaseerd op	Houdt rekening met	Ongeschikt voor
Alle watersystemen	1. Volledig gemengd	Energiebalans	karacteristiek lozing (Q-loz, dT-loz) en watersysteem (volume en oppervlak)	onvolledig gemengde watersystemen
Lijnvormig stromend water (rivier, beek)	2. Thermisch lengteprofiel	Energiebalans	idem + watersysteem debiet en breedte watergang	niet stromend of onvolledig gemengd in de lozingsrichting
Stromend water, meerdere lozingen op 1 watersysteem	3. Sobek	menging en energiebalans	idem+ meteorologie 1D dynamisch transport volledige menging diepte en breedte	gestratificeerde systemen (meren, zoutgelaagdheid)
Zoet water, stilstaand en stromend	4. Excel-tool	Fisher-relaties voor mengzones	stroming, diepte, breedte (meer) en diameter lozingspijp	Situaties waar dichtheidsverschillen een serieuze rol spelen
Idem	5. Jet3D	Jet3D vergelijkingen	stroming, diepte, breedte en karakteristieken van (uitstroom van) de lozing	far-field
Idem	6. CORMIX	als Jet3D	idem	minder geschikt voor far-field
Zoet water inclusief getijwateren en havens	Immissietoets webapplicatie	Jet3D en Fisher-relaties voor mengzones	Dichtheidsverschillen (a.g.v. temperatuur en zout)	Pas geschikt na aanpassing voor lozing van temperatuur
Diepe en ondiepe meren, stilstaand water Meerdere lozingen op 1 watersysteem	7. D3D	?	Meteo; stroming door wind bijv.	



Veronderstel volledig gemengd (1 en 2) evenwicht opwarming/afkoeling stilstaand water

- 1 Indicatie afkoeling
$$\Delta T_{ws} = \frac{Q_{loz} * \Delta T_{loz} * \rho * C_p}{Z * A}$$
 - Afhankelijk van aannames (Z,A)
 - Diverse scenario's
 - Gemiddelde afkoeling tussen 2.0 (Z=35) en 3.5 graden (z=20)
- 2 Indicatie opwarming over lengte watergang
 - Niet lijnvormig, geen stroming, muv stroming door lozing

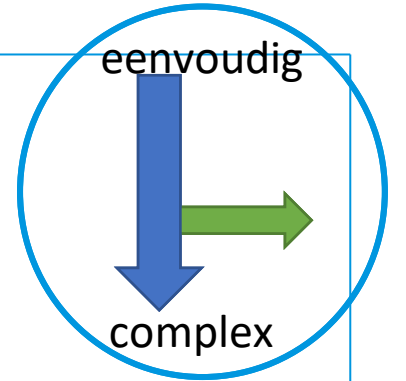
WARMING UP



Resultaten Delft3D

WARMING^{UP}

- Indien lokale situatie sterk afwijkt van geschematiseerde situatie
 - Bij sterkere stratificatie
 - Indien bodem menging sterkt lijkt te beïnvloeden
 - Bij bijzondere lokale omstandigheden:
 - complexe geometrie plas of
 - verbinding lijnvormig met meervormig bijv.



Wat leert welke stap ons?

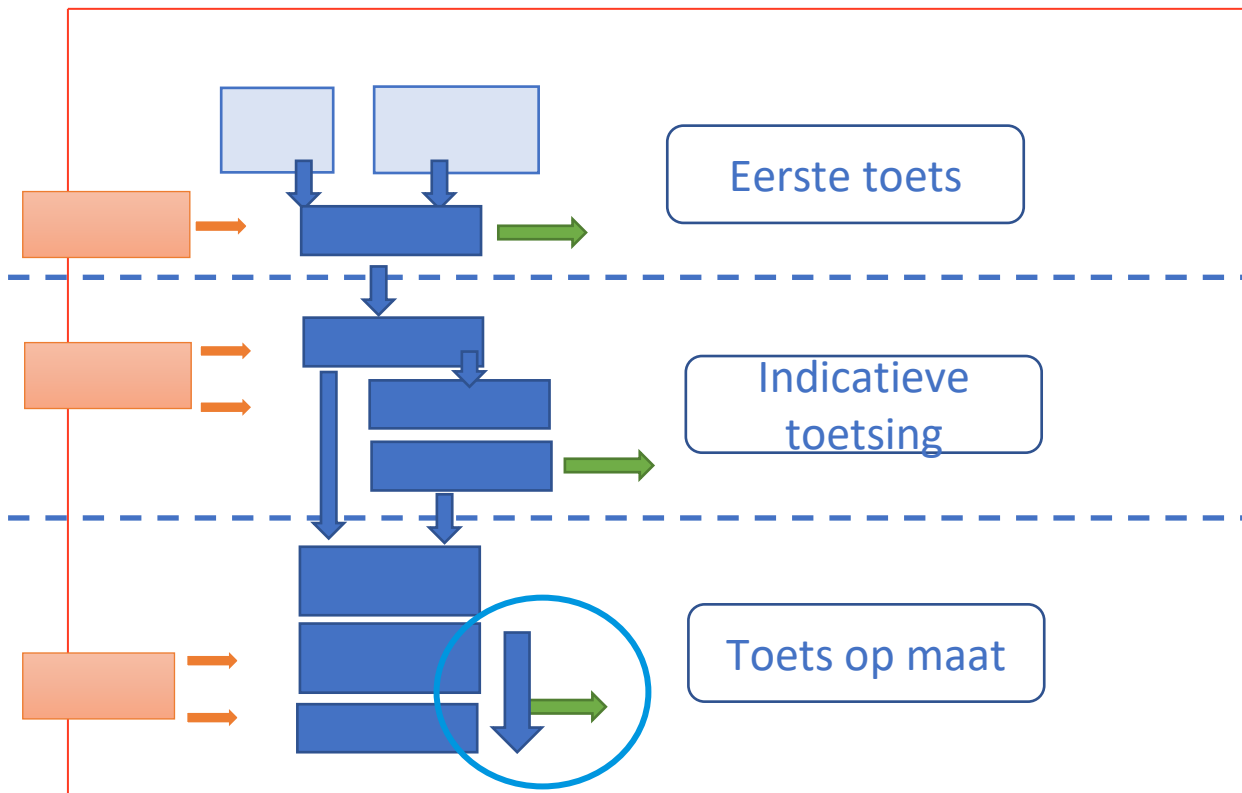
- Eerste toets: significante lozing
- Indicatieve toets:
 - Temperatuurverschil ca 5 graden
 - Grafiek geeft 4 graden
- Toets op maat:
 - Temperatuurverschil tussen 2.5 en 3 graden (volledige menging).
 - Nadere analyse lokaal met Jet3D bijv.
 - Delft3D van waarde bij complexe geometrie plas of verbinding lijnvormig met meervormig bijv.

- Dank voor uw aandacht



WARMINGUP

Innovatief Duurzaam Warmtecollectief



WarmingUp.info
contact@warmingup.info

