



Vlaanderen
is ondernemen

FROSTINNO

Innovatieve en energie-efficiënte vorstbestrijding
in de fruitteelt

ECONOMISCHE ANALYSE – ACHTERGROND

KCE | KENNISCENTRUM
ENERGIE
@THOMAS MORE

 **pcfruit**
PROEFCENTRUM FRUITTEELT VZW

Inhoud

1 – Doelstelling	- 2 -
2 – Algemeen opzet	- 2 -
3 – Inputs	- 3 -
3.1 – Basisgegevens.....	- 3 -
3.1.1 – De ‘opbrengstgegevens’	- 3 -
3.1.2 – De ‘uren in werking’ van de vorstbestrijdingstechniek	- 3 -
3.1.3 – De fruitprijzen.....	- 3 -
3.1.4 – De investerings- en verbruikskosten	- 3 -
3.2 – Belangrijke randvoorwaarden/uitbreidingen.....	- 4 -
3.2.1 – Het vorstjaar	- 4 -
3.2.2 – De perceelligging	- 4 -
3.2.3 – Prijzen en Socio-economisch klimaat	- 7 -
4 – Output	- 8 -
4.1 – Terugverdientijd (spreiding)	- 8 -
4.2 – Simulatie over 10 jaar	- 9 -
4.3 – Eindresultaat.....	- 10 -
4.4 – Eindresultaat vuurpotten	- 12 -
4.5 – Vergelijking ‘Head to Head’ van vorstbestrijdingsmaatregelen	- 13 -
Mechanisme:	- 13 -

1 – Doelstelling

De economische analyse maakt onderdeel uit van het FROSTinno-project. Het doel van dit economische luik is om de lezer een **inzicht** te bieden **in de financiële haalbaarheid** van **verschillende vorstbestrijdingssystemen** die ook elders aan bod kwamen in de studie. De **bestudeerde systemen** zijn:

- Warmeluchtkanonnen
 - Type 'Frostguard' (vast)
 - Type 'Frostbuster' (mobiel)
- Bovenkroonberegening (onderkroonberegening voor kersen)
- Verbrandingssystemen
 - Vuurpotten
 - Kleine kachels
- Windmachines

De **bestudeerde fruitsoorten** zijn:

- Appels
 - Jonagold en varianten
 - Golden Delicious en varianten
- Peren (Conference)
- Zoete kersen
- Druiven (wijnbouw)

2 – Algemeen opzet

In deze analyse worden **bijkomende opbrengsten (/ha)** vergeleken met de **kosten (/ha)** verbonden aan elke vorstbestrijdingsmaatregel.

Met uitzondering van vuurpotten bezitten alle vorstbeschermingsmaatregelen een **significante investeringskost**. Voor deze systemen gaat de economische analyse op zoek naar de **terugverdiensdijd**: er wordt een **spreiding geformuleerd** (minimum-maximum) waartussen de werkelijke terugverdiensdijd zich met een **grote waarschijnlijkheid** bevindt.

Daarnaast waagt de analyse zich aan een **simulatie over 10 jaar, gebaseerd op** het vorstverloop tijdens de jaren **2017 t.e.m. 2020**. Hier vloeit een meer éénduidige terugverdiensdijd uit voort, alsook een hypothetische bijkomende opbrengst per hectare over deze 10 jaar.

Voor de analyse van de economische haalbaarheid van vuurpotten worden de bijkomende opbrengsten onderzocht die de maatregel kan opleveren per hectare en per jaar. Dit wordt opnieuw uitgedrukt binnen een waarschijnlijke spreiding en met een meer concrete simulatie over een tijdlijn van 10 jaar.

Vanwege de relatief **korte duur** van het **FROSTinno-project** van **eind 2017 tot en met begin 2020** was er niet voldoende data aanwezig om een diepgaande statistische analyse uit te voeren over een lange periode. Deze beperking in tijd en beschikbare meetgegevens zorgt ervoor dat **de onderstaande analyse een eerder empirisch/proefondervindelijk gegeven** is. De data gebruikt in dit project stamt uit de jaren 2017 tot en met 2020 en komt uitsluitend van **Vlaamse telers**.

De lezer van de economische analyse moet **voor zichzelf de synthese maken** in welke mate de **bevindingen** uit deze studie van toepassing zijn op **zijn of haar perceel en financiële situatie**. Het platform kan niet aansprakelijk gesteld worden voor gemaakte investeringen (zie ook disclaimer op pagina 4 van de economische analyse).

Aan de economische analyse is een **rekentool** verbonden die speciaal werd ontwikkeld voor FROSTinno. Hiermee kan de gebruiker zelf aan de slag om een maatregel te analyseren met eigen data. Er kan gewerkt worden met **'basisfunctionaliteit'** (gratis) en **'uitgebreide functionaliteit'** (betalend). **Voor meer info zie [FROSTinno online platform](#)**.

3 – Inputs

Om het economische luik te realiseren, moeten er een **reeks datasets** samengesteld worden. In essentie gaat het hier om **4 eenvoudige gegevensverzamelingen**:

- De 'opbrengstgegevens'
- De 'uren in werking' van de vorstbestrijdingstechniek
- De fruitprijzen
- De 'investerings- en verbruikskosten' van de vorstbestrijdingstechniek

Deze datasets worden hieronder eerst kort besproken. Vervolgens zijn er enkele **belangrijke randvoorwaarden** van kracht die een **uitbreiding** vormen op de bovenstaande gegevens. Uit de basisgegevens en de bijhorende uitbreidingen volgt dan het **output-format van de economische analyse**.

3.1 – Basisgegevens

3.1.1 – De 'opbrengstgegevens'

Om de bijkomende opbrengsten te bepalen die gegenereerd worden door een systeem, moet er info verzameld worden over de opbrengst van dit perceel **zonder actieve beschermingsmaatregelen** [ton/ha] en de opbrengst van datzelfde perceel **met de vorstbestrijdingsmaatregel**. Het verschil is de **bijkomende opbrengst per hectare**.

Hier schuilt een **vereenvoudiging**, omdat een perceel nu eenmaal beschermd is of niet: in deze studie is het alsof steeds hetzelfde perceel wordt bestudeerd, zonder maatregelen, met bovenkroonberekening, met warmeluchtkanonnen, ... Deze gegevens komen in de werkelijkheid van **verschillende percelen**. Datasets die niet honderd percent compatibel zijn, worden zo alsnog **in één dataset gegoten**. Voor deze inschattingen werd er teruggevallen op de **expertise** van de betrokken **onderzoeksgroepen en de St@f voorlichters van pcfruit** om zo tot een betrouwbare gegevensreeks te komen.

3.1.2 – De 'uren in werking' van de vorstbestrijdingstechniek

Om de verbruikskosten van een maatregel te bepalen, moet het aantal werkingsuren gekend zijn. Zo kunnen de bijhorende **arbeidskost, verbruik propaan, diesel, ...** bepaald worden.

3.1.3 – De fruitprijzen

Er is een groot **verschil** tussen de **middenprijs** van fruit (groothandelprijs) en **'de waarde van een geredde vrucht'**. Deze laatste ligt steeds lager dan de eerste. Dit komt omdat er **vaste en variabele kosten** zijn. **Vaste kosten** zijn **verbonden aan het perceel** en niet aan de vrucht (snoei, bespuitingen, ...). Zij moeten dus altijd uitgevoerd worden, zelfs al gaat de opbrengst van heel het perceel verloren. **De variabele kosten** zijn net wel **verbonden aan de individuele vrucht** (plukken, bewaren en sorteren voor pit-en steenfruit; plukken, vinificatie en bottelen bij wijndruiven). Indien een vrucht gered wordt, moet deze wel nog geplukt, gesorteerd en bewaard worden. Dit zou niet het geval zijn, moest deze verloren zijn gegaan. Een geredde vrucht **brengt** zo dus **extra op bij verkoop** (aan middenprijs), **maar kost in het proces ook wat geld**. Voor deze economische analyse wordt er rekening gehouden met 'de waarde van de geredde vrucht' en deze is:

$$'Waarde geredde vrucht' \left[\frac{\text{€}}{\text{kg}} \right] = 'Middenprijs' \left[\frac{\text{€}}{\text{kg}} \right] - 'Variabele kost' \left[\frac{\text{€}}{\text{kg}} \right]$$

3.1.4 – De investerings- en verbruikskosten

Deze getallen werden **opgehaald bij de leveranciers** van de verschillende vorstbeschermingsmaatregelen en verder verwerkt in de analyse. Het gaat hier om de gegevens **aankoopprijs, levensduur, bereik, verbruik, nood aan arbeidskrachten, ...**

3.2 – Belangrijke randvoorwaarden/uitbreidingen

3.2.1 – Het vorstjaar

Sommige vorstjaren kennen enkele zeer kritische momenten van nachtvorst. 2017 was zo'n jaar waarbij er enorm veel verliezen werden opgetekend op percelen zonder actieve beschermingsmaatregelen (**'Zwaar vorstjaar'**). Andere jaren kennen wel nachtvorst, waarbij er heel wat vruchten verloren gaan, maar toch in mindere mate. Dit was bijvoorbeeld het geval in 2020 (**'Licht vorstjaar'**). De voorjaren van 2018 en 2019 waren dan weer zeer mild (**'Beperkt vorstjaar'**). Er waren toen maar weinig verliezen, ook op percelen zonder actieve beschermingsmaatregelen.

Indien er veel vruchten dreigen verloren te gaan en indien een vorstbestrijdingsmaatregel dit kan voorkomen, dan is de investering in dit systeem snel terugverdiend. Andersom kan dezelfde vorstbestrijdingsmaatregel niet zo veel opbrengen als er ook maar weinig tot geen verliezen zijn.

Voor de hele economische analyse van FROSTInno worden de **3 cases 'Zwaar', 'Licht' en 'Beperkt' vorstjaar** **afzonderlijk** van elkaar **bestudeerd en weergegeven** in de eindresultaten.

Voor de [datasets uit paragraaf 3.1](#) betekent dit:

- **De 'opbrengstgegevens'**: de opbrengstgegevens van elk type fruit en voor elke maatregel moeten voor elk bestudeerd vorstjaar (2017, 2018, 2019, 2020) **individueel opgegeven** worden.
- **De 'uren in werking'**: in tegenstelling tot de verwachtingen is er **geen rechtstreeks verband** tussen het **aantal uren vorst** (werkingsuren) en de **sterkte van het vorstjaar**: één enkele kritische vorstnacht kan een enorme impact hebben op de oogst, zoals bijvoorbeeld het geval was op 19/20 april 2017. Zelfs als er daarna geen vorstnachten meer zijn, zal dit toch gecategoriseerd worden als 'een zwaar vorstjaar'.

Er werd gekozen om voor elke vorstbestrijdingsmaatregel een **gemiddelde waarde** te gebruiken, berekend over de **afgelopen 4 jaar** voor de 'uren in werking'. Deze uren zijn dan **van toepassing op elk type vorstjaar**. Dit wil zeggen dat binnen deze economische analyse de **verbruikskosten** van een maatregel **constant** zullen zijn voor alle 3 cases [Zwaar/Licht/Beperkt vorstjaar]. *In werkelijkheid verschillen de verbruikskosten natuurlijk wel van jaar tot jaar.*

3.2.2 – De perceelligging

Elk perceel is anders. Een perceel gelegen in een dal zal meer vorstgevoelig zijn dan een perceel bovenop een heuvelrug. De nabijheid van een groot waterbekken maakt de directe omgeving minder vorstgevoelig... Deze variaties in ligging hebben een grote impact op de economische haalbaarheid van een systeem: Een **'Sterk vorstgevoelig perceel'** heeft van nature **meer vorstverliezen** dan een 'Zwak vorstgevoelig perceel' en er valt dus bijgevolg **meer te winnen met een bestrijdingsmaatregel**.

Concreet wordt er een opsplitsing gemaakt tussen

- **'Sterk vorstgevoelige percelen'**
- **'Gemiddeld vorstgevoelige percelen'**
- **'Zwak vorstgevoelige percelen'**

Onder een ‘Gemiddeld vorstgevoelig perceel’ wordt verstaan:

- Een relatief vlak perceel (minder dan 1 m hoogteverschil in het perceel) waarin er zich nergens koude lucht lokaal ophoopt.
- Een perceel dat noch in een dal noch op een heuvelrug is gelegen.
- Een perceel met een neutrale oriëntering t.o.v. de (middag-)zon.
- Een perceel dat niet specifiek onderhevig is aan N-NO wind en dat wanneer er toch een N-NO-wind aanwezig is, dat die vrij door het perceel kan waaien.

Factoren die een **negatieve invloed** hebben **op de vorstgevoeligheid** (**‘Sterk vorstgevoelig’**) zijn:

- Een perceel met een helling (meer dan 1 m hoogteverschil in het perceel) waarbij het lagere gelegen deel meer vorstgevoelig is.
- Een perceel dat in een dal is gelegen.
- Een perceel waar de zon overdag moeilijk aan geraakt: ongunstige oriëntering t.o.v. de (middag-)zon.
- Een perceel waar koude lucht zich kan ophopen doordat er aan W/ZW-zijde een steile helling is, of doordat er een gebouw of een haag staat of omdat er vanwege de geografie frequent een N/NO-wind binnenwaait op het perceel.

Factoren die een **positieve invloed** hebben **op de vorstgevoeligheid** (**‘Zwak vorstgevoelig’**) zijn:

- Een perceel dat op een heuvelrug ligt.
- Een perceel dat langs een groot waterreservoir ligt.
- Een perceel met een gunstige Z-ZW-oriëntering t.o.v. de (middag)zon.
- Een perceel dat de N/NO-wind kan buitenhouden door obstructie via een gebouw, coniferenhaag, bos,

In de economische analyse van FROSTinno zullen de **3 perceel-cases** ‘Sterk vorstgevoelig’, ‘Gemiddeld vorstgevoelig’ en ‘Zwak vorstgevoelig’ **individueel bestudeerd en weergegeven worden** in de eindresultaten.

Voor de [datasets uit paragraaf 3.1](#) betekent dit:

- **‘De opbrengstgegevens’**: de opbrengstgegevens van elk type fruit en voor elke maatregel moeten voor elk bestudeerd vorstjaar en elke perceelligging opgegeven worden. Een voorbeeld van deze gegevensverzameling wordt in **Tabel 1** gegeven voor Jonagold appels & varianten.
- **De ‘uren in werking’**: een sterk vorstgevoelig perceel zal per definitie langer beschermd moeten worden dan een gemiddeld of zwak vorstgevoelig perceel. Voor de analyse van FROSTinno werden de nodige gegevens opgehaald bij telers. **Ontbrekende gegevens** werden aangevuld met een **eenvoudig maar relatief waarheidsgetrouw verband**: op een gemiddeld vorstgevoelig perceel zal er twee keer langer moeten beschermd worden dan op een zwak vorstgevoelig perceel. Op een sterk vorstgevoelig perceel is dat vier keer langer dan bij een zwak vorstgevoelig perceel. Een voorbeeld van deze gegevensverzameling wordt in **Tabel 2** gegeven voor Jonagold appels & varianten.

Merk op dat de uren voor een beperkt, licht of zwaar vorstjaar hetzelfde zijn. Het gaat hier steeds om dezelfde gemiddelde waarden, zoals besproken in [paragraaf 3.2.1](#).

TABEL 1 - DE 'OPBRENGSTWAARDEN' VAN JONAGOLD APPELEN & VARIANTEN (VOORBEELD)

Type fruit & perceelliging	Gemiddelde opbrengst [ton/ha] geen vorst, geen andere grote tegenslagen	Type actieve vorstbescherming	2017 - zwaar vorstjaar (ton/ha)	2018 - beperkt vorstjaar (ton/ha)	2019 - beperkt vorstjaar (ton/ha)	2020 - licht vorstjaar (ton/ha)
Jonagold (& varianten) appel STERK VORSTGEVOELIG PERCEEL	60	geen actieve maatregelen	6	54	54	20
		warme lucht (Frostguard)	NVT	NVT	NVT	NVT
		warme lucht (Frostbuster)	30	60	60	48
		bovenkroonberegening	60	60	60	60
		windmachine	30	60	60	48
		verbranding	NVT	NVT	NVT	NVT
Jonagold (& varianten) appel GEMIDDELD VORSTGEVOELIG PERCEEL	60	geen actieve maatregelen	20	55	55	30
		warme lucht (Frostguard)	30	60	60	50
		warme lucht (Frostbuster)	40	60	60	50
		bovenkroonberegening	60	60	60	60
		windmachine	40	60	60	50
		verbranding	48	60	60	55
Jonagold (& varianten) appel ZWAK VORSTGEVOELIG PERCEEL	60	geen actieve maatregelen	40	60	60	50
		warme lucht (Frostguard)	60	60	60	60
		warme lucht (Frostbuster)	60	60	60	60
		bovenkroonberegening	60	60	60	60
		windmachine	60	60	60	60
		verbranding	60	60	60	60

TABEL 2 – DE 'UREN IN WERKING' VAN JONAGOLD APPELEN & VARIANTEN (VOORBEELD)

PERCEELLIGGING & FRUITSOORT	MAATREGEL	BEPERKTE VORSTPERIODE	LICHTE VORSTPERIODE	ZWARE VORSTPERIODE
		uren	uren	uren
STERK VORSTGEVOELIG PERCEEL Appel	warme lucht (Frostguard, Frostbuster)	36	36	36
	bovenkroonberegening	30	30	30
	windmachine	70	70	70
	verbranding	22	22	22
GEMIDDELD VORSTGEVOELIG PERCEEL Appel	warme lucht (Frostguard, Frostbuster)	18	18	18
	bovenkroonberegening	15	15	15
	windmachine	35	35	35
	verbranding	11	11	11
ZWAK VORSTGEVOELIG PERCEEL Appel	warme lucht (Frostguard, Frostbuster)	9	9	9
	bovenkroonberegening	7,5	7,5	7,5
	windmachine	17,5	17,5	17,5
	verbranding	5,5	5,5	5,5

3.2.3 – Prijzen en Socio-economisch klimaat

Fruitprijzen fluctueren sterk doorheen het jaar en er is **geen rechtstreeks verband** tussen de **fruitprijs** en de **sterkte van een vorstjaar**. Voor deze analyse werd er rekening gehouden met de **gemiddelde prijs over de jaren 2017 tot en met 2020**. Door te werken met deze gemiddelde prijs, worden **verschillen die te wijten aan specifieke externe (socio-economische) factoren** doorheen de bestudeerde jaren **weggewerkt/uitgemiddeld**.

De invloed van de socio-economische toestand (regionaal, nationaal en internationaal) is echter **niet verwaarloosbaar**: deze invloed wordt **op een gecontroleerde manier geherintroduceerd** in de analyse met een **correctiefactor op de middenprijs** van **0,8** ('ongunstige prijszetting') tot **1,2** ('gunstige prijszetting'). Zo kan er rekening gehouden worden met relatief **brede prijsvariaties**.

De 'variabele kosten', zoals besproken in [paragraaf 3.1.3](#), ondervinden **geen invloed van deze correctiefactor!**

De formule voor de waarde van de geredde vrucht wordt dan:

$$'Waarde geredde vrucht' \left[\frac{\text{€}}{\text{kg}} \right] = R \cdot 'Middenprijs' \left[\frac{\text{€}}{\text{kg}} \right] - 'Variabele kost' \left[\frac{\text{€}}{\text{kg}} \right] \quad \text{met } R = 0,8 \dots 1,2$$

Deze variabele middenprijs is onder andere een goede indicatie van het **risicogehalte van een investering**: deze is bv. risicovol wanneer een maatregel wél rendabel blijkt bij gunstige of neutrale prijszetting, maar verlieslatend is bij een ongunstig socio-economisch klimaat. Er is 'enig risico' indien de maatregel wel een voldoende kleine terugverdientijd heeft voor een gunstige of neutrale prijszetting, maar wanneer deze terugverdientijd sterk stijgt voor de ongunstige prijszetting (bijna gelijk aan of groter dan de levensduur van de maatregel).

4 – Output

4.1 – Terugverdientijd (spreiding)

De bovenstaande datasets staan toe om met een hele reeks variabelen te spelen. Deze variabelen zijn (naast de fruitsoort):

- **De perceelliging**
 - Sterk vorstgevoelig (**SVP**)
 - Gemiddeld vorstgevoelig (**GVP**)
 - Zwak vorstgevoelig (**ZVP**)
- **De prijszetting/socio-economisch klimaat**
 - Ongunstig (**O**); R = 0,8
 - Neutraal (**N**); R = 1
 - Gunstig (**G**); R = 1,2
- **De sterkte van het vorstjaar**
 - Zwaar vorstjaar (**Z**)
 - Licht vorstjaar (**L**)
 - Beperkt vorstjaar (**B**)

Het is in de eerste plaats de bedoeling om de **terugverdientijd** van een maatregel te onderzoeken. Om deze te bepalen, wordt de investeringskost (exclusief afschrijving) van de vorstbestrijdingsmaatregel (/ha) gedeeld door de bijkomende opbrengst (/ha en /jaar) gegenereerd door het systeem:

$$t_{\text{terugverdien}} = \frac{\text{Investeringskost} \left[\frac{\text{€}}{\text{ha}} \right]}{\text{Jaarlijkse opbrengst} \left[\frac{\text{€}}{\text{ha} \cdot \text{jaar}} \right]} = [\text{jaar}]$$

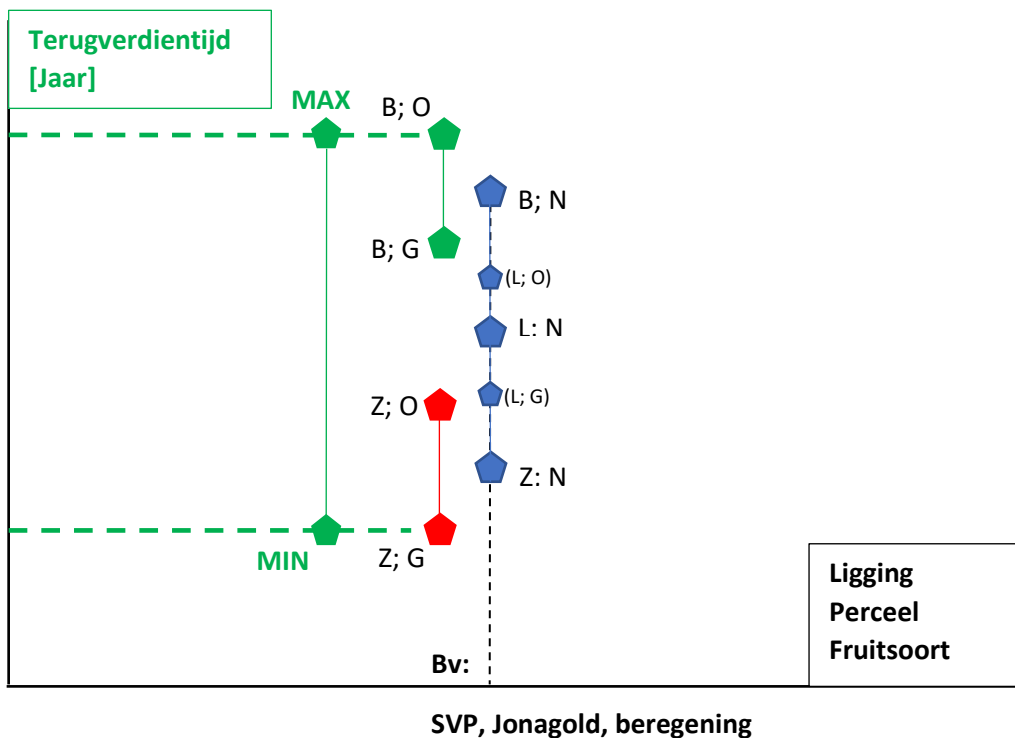
Het is echter **niet** de bedoeling om **1 enkele terugverdientijd** te berekenen, maar wel **een waarschijnlijke spreiding (vork)**. Er moet dus per type fruit op zoek gegaan worden naar **de minimale en maximale terugverdientijd van een maatregel**.

De **perceelliging** is hierbij eigenlijk **geen échte variabele**, omdat de eigenschappen van een perceel grotendeels vastliggen. Zo zijn er per fruittype en per maatregel 3 spreidingen, nl. 1 voor elke perceelliging (SVP, GVP, ZVP).

Per perceelliging, fruitsoort en maatregel zijn er zo **9 datapunten mogelijk** zoals weergegeven in onderstaande **Figuur 1**. Alleen de **2 uiterste waarden** zijn werkelijk van belang voor de spreiding in deze economische analyse:

- De **meest gunstige situatie** [Zwaar vorstjaar; Gunstige prijszetting] bij de veronderstelling dat deze zich jaar na jaar voordoet.
- De **minst gunstige situatie** [Beperkt vorstjaar; Ongunstige prijszetting] bij de veronderstelling dat deze zich jaar na jaar voordoet.

Indien de **maximale terugverdientijd onberekenbaar** is – wanneer een maatregel verlieslatend blijkt te zijn – dan wordt de grafiek ook **getoond met de bovengrens naar oneindig**. In aanvulling wordt dan wel het **eerstvolgende datapunt** gezocht waarbij er wel een terugverdientijd te berekenen valt. Zo kan het **ingeperkte toepassingsgebied van de vorstbestrijdingsmaatregel aangetoond** worden. **Dit extra punt** wordt voor de eenduidigheid **niet afgebeeld in de grafieken**, maar deze is wel duidelijk aanwezig in de relevante tabel en tijdens de verdere bespreking. Indien een maatregel niet bruikbaar is op een bepaalde perceelliging (doorgaans de ‘sterk vorstgevoelige perceelliging’ vanwege ontoereikende temperatuurwinst, niet bruikbaar voor een specifieke fruitsoort, te veel uren in werking, ...) dan wordt dit mee opgenomen in het uiteindelijke besluit.



FIGUUR 1 – MODEL SPREIDINGSVORK TERUGVERDIENTIID VAN EEN MAATREGEL VOOR EEN FRUITSOORT EN PERCELLIGGING
 VORSTJAAR: BEPERKT (B), LICHT (L), ZWAAR (Z)
 PRIJZETTING: ONGUNSTIG (O), NEUTRAAL (N), GUNSTIG (G)
 PERCELLIGGING: STERK (SVP), GEMIDDELD (GVP), ZWAK (ZVP) VORSTGEVOELIG PERCEEL

4.2 – Simulatie over 10 jaar

De spreiding die hierboven wordt uitgezet, kan erg breed zijn. Indien een terugverdientijd tussen 1 jaar en 25 jaar ligt, dan vallen hier moeilijk definitieve conclusies uit te trekken.

In een poging om tot een **meer éénduidig resultaat** te komen, waagt deze analyse zich aan een **simulatie van ‘de komende 10 jaar’**. Hiervoor **baseert** de analyse zich op het vorstverloop tijdens de **afgelopen 4 jaren**. Er waren toen **2 beperkte vorstjaren, 1 licht vorstjaar en 1 zwaar vorstjaar**. Op basis van deze info zou de ‘tijdlijn’ er als volgt uitzien (onbepaalde volgorde):

- **5 beperkte vorstjaren**
- **2 lichte vorstjaren**
- **3 zware vorstjaren**

De bijkomende opbrengsten (of verliezen) van een maatregel werden reeds bepaald per type vorstjaar tijdens de analyse van de terugverdientijd (spreiding).

Door de bijkomende opbrengsten van elk vorstjaar op te tellen, kan er berekend worden wat de **totale bijkomende opbrengst is over die 10 gesimuleerde jaren**.

Indien deze bijkomende opbrengst **evenredig wordt verdeeld** over 10 jaar, dan is dit de **‘gewogen gemiddelde bijkomende jaarlijkse opbrengst’**. Deze kan vervolgens opnieuw tegenover de investeringskosten gezet worden. Zo wordt een **‘gewogen gemiddelde terugverdientijd’** gegenereerd over de simulatie van 10 jaar. Deze waarde geeft aan waar de **werkelijke terugverdientijd** naar toe neigt **binnen de bijhorende spreidingsvork**. Een **belangrijke randvoorwaarde** is echter de **even verdeling (volgorde)** van de verschillende vorstjaren doorheen de tijd. **Het resultaat van deze 10-jarige simulatie moet dus met een korrel zout** genomen worden wanneer de 5 voorziene beperkte vorstjaren zich bijvoorbeeld allen achtereenvolgens zouden voordoen.

Let op: de gewogen gemiddelde terugverdientijd is hoe dan ook een vereenvoudiging van de werkelijkheid, omdat er bij de berekening verondersteld wordt dat de hele bovenstaande verdeling van vorstjaren zich voordoet binnen elk individueel vorstjaar. Een jaar is echter een discreet gegeven: **of** het is een ‘zwaar’, **of** het is een ‘licht’ **of** het is een ‘beperkt’ vorstjaar. Het is **geen** verzameling van zware, lichte en beperkte vorstjaren. De gewogen gemiddelde terugverdientijd in **de analyse veronderstelt wel** dit laatste ‘en-verband’.

De simulatie over 10 jaar gebeurt **in de eerste instantie bij een neutrale prijszetting**. Het is deze gewogen gemiddelde terugverdientijd **bij een neutraal socio-economisch klimaat** die **getoond** wordt in het grafische overzicht (**Figuur 2**). Vervolgens wordt de gewogen gemiddelde terugverdientijd nog eens **herrekend bij een gunstige en ongunstige prijszetting**. Door te onderzoeken wat de invloed is van een zuiver variabele prijszetting op deze terugverdientijd kan er een uitspraak gedaan worden over het ‘economische risico’ van de investering in een maatregel voor een specifieke fruitsoort en bij een specifieke perceelligging:

- ‘+20% op middenprijs vertaalt zich in -X% in terugverdientijd over 10 jaar.’
- ‘-20% op middenprijs vertaalt zich in +Y% terugverdientijd over 10 jaar.’

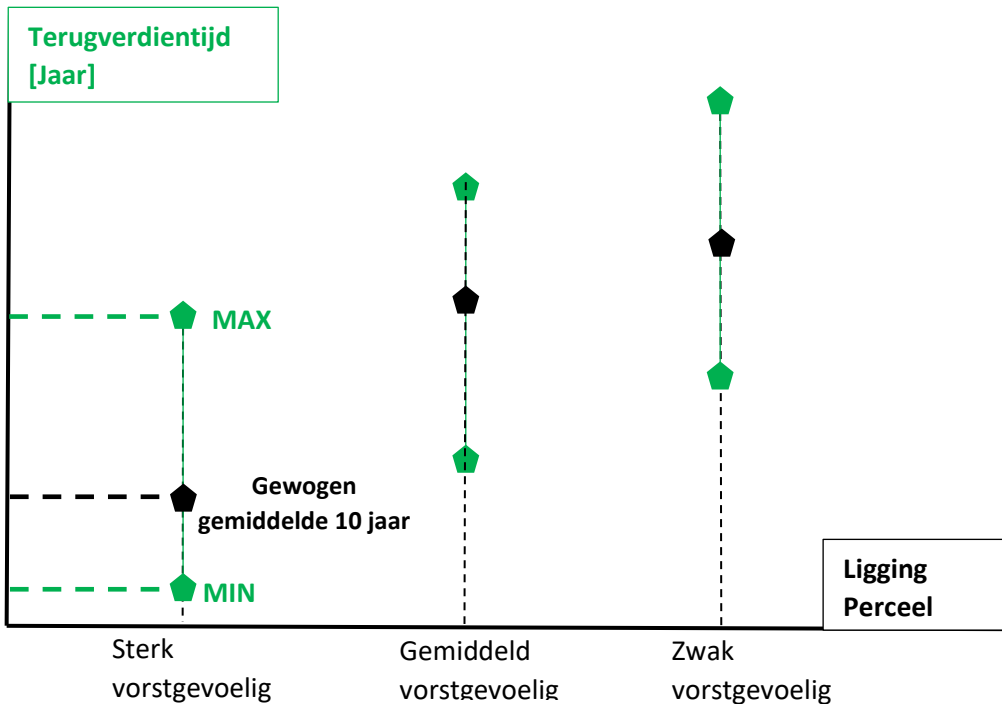
4.3 – Eindresultaat

Per type fruit en per maatregel worden er **3 spreidingen in de terugverdientijd** geformuleerd met een bijhorende ‘**gewogen gemiddelde terugverdientijd**’ via de **simulatie van 10 jaar** bij een **neutrale prijszetting**:

- Spreiding voor een Sterk vorstgevoelig perceel
- Spreiding voor een Gemiddeld vorstgevoelig perceel
- Spreiding voor een Zwak vorstgevoelig perceel

Door te kijken naar de invloed van een variabele prijszetting op de gewogen gemiddelde terugverdientijd, kan het ‘**economische risico**’ van de investering worden ingeschat. Uit de analyse vloeit er ook **een concrete ‘bijkomende opbrengst over de 10 gesimuleerde jaren’**. Dit concrete bedrag wordt in context geplaatst door het tegenover de totale opbrengst te zetten die gegenereerd wordt gedurende diezelfde 10 jaar op een perceel zonder actieve vorstbescherming.

Alle bovenstaande gegevens staan dan toe een oordeel te vellen over de economische haalbaarheid van elk systeem. Figuur 2 geeft een schematische weergave van de beoogde spreidingsvorken.



FIGUUR 2 – VOORBEELD VOOR DE WEERGAVE VAN DE TERUGVERDIENTIJDEN VAN EEN VORSTBESTRIJDINGSTECHNIEK VOOR EEN BEPAALDE FRUITSOORT. GROEN = MAXIMALE EN MINIMALE TERUGVERDIENTIJD VOLGENS MEEST GUNSTIGE EN MINST GUNSTIGE SITUATIE, JAAR NA JAAR. ZWART = DE GEMIDDELTE TERUGVERDIENTIJD O.B.V. EEN 10 JAREN SIMULATIE MET 5 BEPERKTE, 2 LICHTE EN 3 ZWARE VORSTJAREN.

Tot slot: zoals weergegeven in figuur 2, mag men **vermoeden** dat de **waarden voor de terugverdientijden** van een **sterk vorstgevoelig perceel lager** zullen zijn dan die van een **gemiddeld vorstgevoelig perceel**. Dit komt omdat er meer verliezen zijn op het sterk vorstgevoelige perceel zonder actieve maatregelen. Hierdoor valt er in principe ook meer te winnen met een vorstbestrijdingssysteem en is de terugverdientijd lager. Hetzelfde mag vermoed worden voor een gemiddeld vorstgevoelig perceel in vergelijking met een zwak vorstgevoelig perceel. **Echter:**

- Indien de kosten gelinkt aan een maatregel echter **sterk afhankelijk** zijn van **het aantal ‘uren in werking’** (2x hoger bij een sterk vorstgevoelig perceel dan bij een gemiddeld vorstgevoelig perceel), zoals bijvoorbeeld het geval is bij het **warmeluchtkanon type ‘Frostbuster’** of **verbranding via ‘Kleine kachels’**, dan kan dit ervoor zorgen dat de spreidingen zich **niet per se gedragen zoals hierboven wordt voorgesteld**.
- Het kan ook zijn dat de spreidingen zich anders gedragen, **omdat de opbrengstwaarden ‘relatief’** zijn:

$$EO = O_m - O_z$$

$$\text{met } \begin{cases} EO = \text{'Extra opbrengst'} \\ O_m = \text{'opbrengst } \bar{m} \text{ actieve maatregel'} \\ O_z = \text{'opbrengst } \bar{z} \text{ actieve maatregel'} \end{cases}$$

Het enige verband tussen de opbrengstwaarden van een sterk vorstgevoelig perceel en een gemiddeld vorstgevoelig perceel is dat O_z lager is voor de eerste, maar het resultaat, de extra opbrengst, kan soms toch hoger liggen voor het gemiddeld vorstgevoelig perceel t.o.v. het sterk vorstgevoelige perceel. **Omwille van hetzelfde effect** kan het zelfs zijn dat een maatregel **gunstiger tijdens een licht vorstjaar** dan tijdens een **zwaar vorstjaar bij eenzelfde perceelligging**.

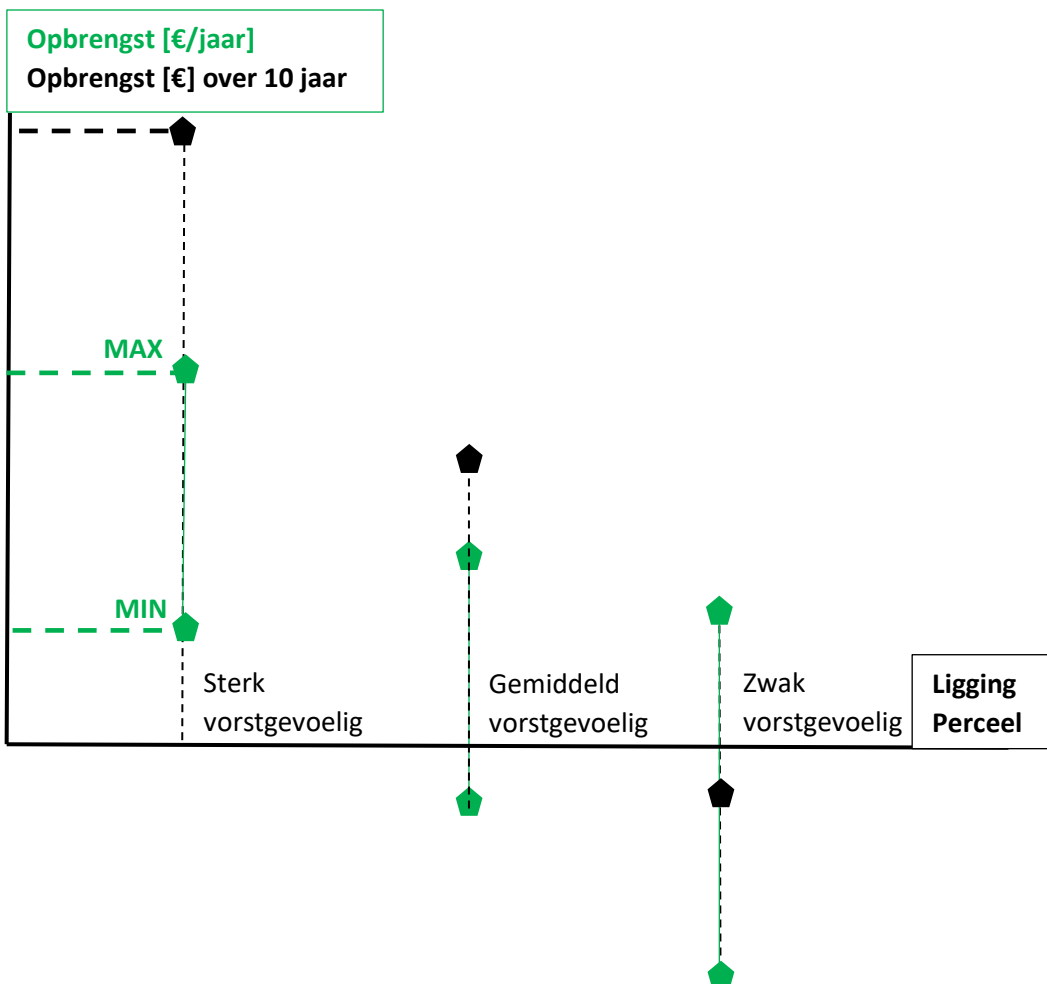
Wanneer de grafiek voor een bepaalde maatregel en fruitsoort sterk **afwijkt van het vermoedelijke gedrag getoond in Figuur 2**, dan wordt er **duidelijk vermeld** waarom dit het geval is. Het zullen quasi altijd de twee bovenstaande effecten zijn die meespelen.

4.4 – Eindresultaat vuurpotten

Voor de economische analyse van vuurpotten wordt er **afgeweken van het uitgezette format** met de **spreiding van terugverdientijden**. Voor deze maatregel kan er immers **geen terugverdientijd** berekend worden, omdat er geen investering aan vast hangt over een langere periode. De pot wordt simpelweg aangekocht en gebruikt. Voor de economische besprekingen wordt er per perceelligging gekeken naar de **bijkomende opbrengst over een individueel jaar**. Hieruit ontstaat dan een **spreidingsvork voor deze bijkomende opbrengst**:

- De **maximale jaarlijkse opbrengst (/ha)** van een vuurpot doet zich voor tijdens een zwaar vorstjaar en een gunstige prijszetting.
- De **minimale jaarlijkse opbrengst (/ha)** van een vuurpot doet zich voor tijdens een beperkt vorstjaar en een ongunstige prijszetting.

Hierbij wordt er ook berekend wat de **totale bijkomende opbrengst** is over **10 jaar (simulatie)**. Bij deze berekening wordt er **geen rekening gehouden met prijsvariaties** (neutrale prijszetting). Dit bedrag is een **cumulatief** gegeven dat niet binnen de 'spreidingsvork bijkomende opbrengst' moet vallen. Zie **Figuur 3** als voorbeeld van dit format.



FIGUUR 3 - VOORBEELD VAN DE WEERGAVE VAN DE OPBRENGSTEN VAN VUURPOTTEN VOOR EEN BEPAALDE FRUITSOORT.

4.5 – Vergelijking ‘Head to Head’ van vorstbestrijdingsmaatregelen

De manier waarop deze economische haalbaarheidsstudie werd uitgevoerd – via ‘spreidingsvorken terugverdientijd’ en ‘gewogen gemiddelde terugverdientijd over 10 jaar’ – dient ter **beoordeling van elke vorstbestrijdingsmaatregel op zichzelf**.

Men mag de **verschillende systemen niet met elkaar vergelijken door deze outputwaarden rechtstreeks tegenover elkaar te zetten**.

De analyse over 10 jaar houdt immers **geen** rekening met de ‘restwaarde’ van een vorstbestrijdingsmaatregel **na deze periode**. Een warmeluchtkanon type **Frostbuster** met zijn levensduur van 15 jaar heeft **nog 5 jaar ‘restwaarde’** tegoed. Op datzelfde moment heeft het **beregeningssysteem** nog **20 jaren ‘restwaarde’**. Indien men de gewogen gemiddelde terugverdientijden zomaar tegenover elkaar zet, **vergelijkt men geen eindwaarden**.

In de vergelijking tussen 2 maatregelen is de terugverdientijd ook simpelweg niet alleszeggend: een systeem met een lage initiële investeringskost zal zichzelf logischerwijs snel terugverdienen, maar waar deze curve door 0 gaat, zegt niets over de ‘steilheid’ van de opbrengstcurve en dus waar deze op langere termijn zal uitkomen.

*Om tegemoet te komen aan de vraag om toch verschillende maatregelen met elkaar te vergelijken – en dit voor alle verschillende fruitsoorten, perceelligingen, prijszettingen en kosten-parameters van elke maatregel – werd een **bijkomende functionaliteit voorzien in de uitgebreide rekentool van FROSTInno**. Deze functionaliteit wordt ook gedemonstreerd in [‘Bijlage 2’ van de economische haalbaarheidsstudie](#).*

Deze vergelijking wordt mogelijk gemaakt door de simulatie over 10 jaar over een langere termijn te bekijken (30 jaar), rekening houdend met de levensduur van elk toestel en dus ook met een mogelijke herinvestering na het verstrijken van deze levensduur.

Het eindresultaat wordt weergegeven in grafiek-formaat. Men kan in de tool kiezen welke systemen er moeten getoond worden in dit vergelijk en welke niet.

Mechanisme:

Voor deze vergelijkende analyse wordt er voor iedere vorstbestrijdingsmaatregel **vertrokken** met de **investeringskost per hectare**. Op **jaar 0** beginnen alle systemen dus met een **negatief saldo** (eenmalige investering, er wordt geen rekening gehouden met leningen, ...).

Vanuit de analyse over 10 jaar werd een totale bijkomende opbrengst over deze periode berekend. **Deze totale bijkomende opbrengst/10** levert een **gemiddelde jaarlijkse opbrengst** op, die de **richtingscoëfficiënt** wordt van de vergelijkende curve (elk jaar dezelfde bijkomende gemiddelde jaarlijkse opbrengst).

Wanneer de levensduur van een maatregel **verstrijkt**, wordt de **aankoop van een nieuw toestel** opnieuw in rekening gebracht, waardoor de curve op dat moment een ‘knik’ ondervindt. Daarna stijgt de curve weer met dezelfde richtingscoëfficiënt.

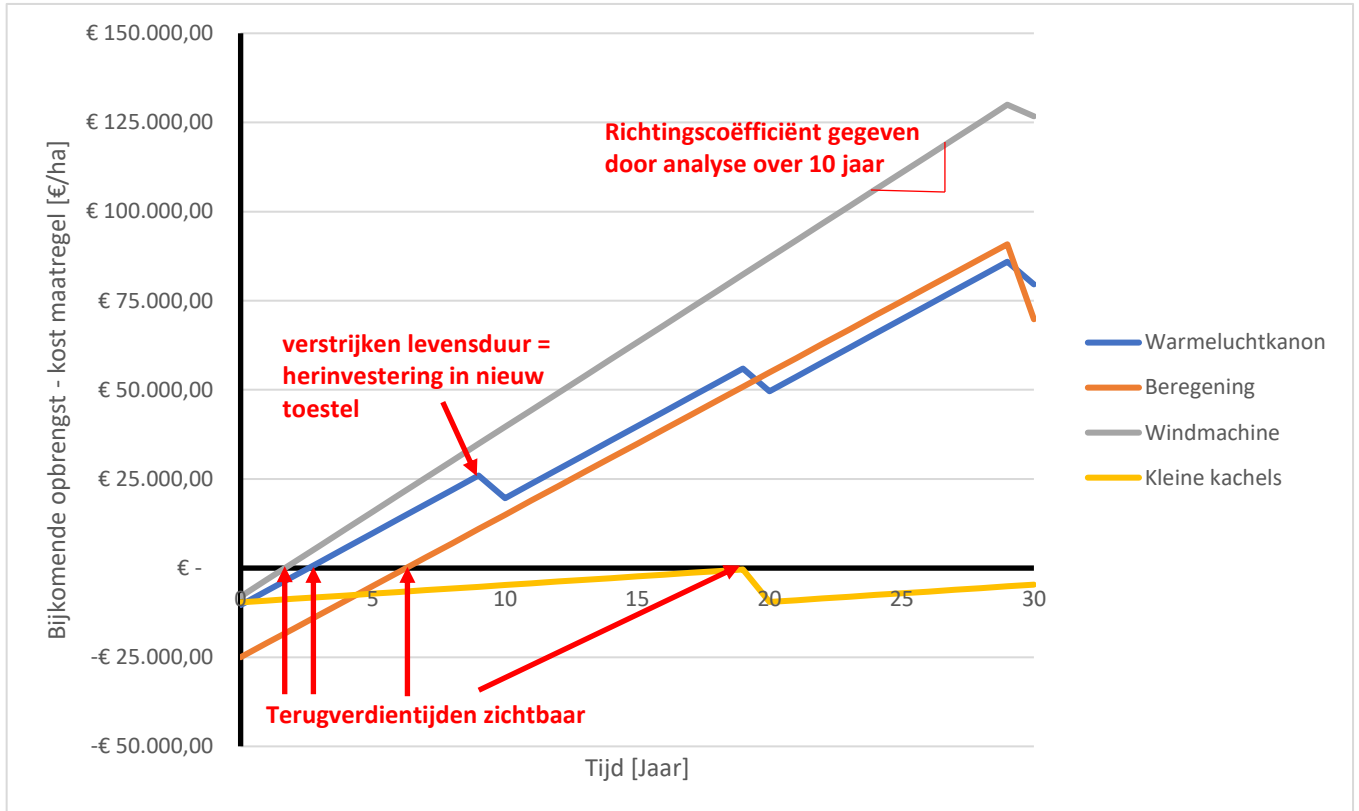
De vergelijkende analyse/curve beslaat een periode van 30 jaar (maximale levensduur windmachines en beregening). In deze periode zal men slechts eenmalig moeten investeren in deze 2 maatregelen. Voor het warmeluchtkanon Frostbuster (levensduur 15 jaar) is dit tweemaal en voor de Frostguard zelfs driemaal (levensduur 10 jaar).

Door de systemen na 30 jaar met elkaar te vergelijken, worden ook hun ‘eindstanden’ vergeleken en werd er rekening gehouden met de restwaarde.

Grafiek 1 toont een voorbeeld van zo’n ‘Head to Head’ analyse.

De curves beginnen bij de initiële investeringskost per hectare en snijden de X-as (tijd in jaren) op hun ‘terugverdientijd’ zoals besproken in paragraaf 4.1.

Let op: de opmerking op [pagina 10 van paragraaf 4.2](#) blijft geldig. De simulatie over 10 jaar en de 'gemiddelde jaarlijkse opbrengst' is een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Dit zal tijdens beperkte vorstjaren minder zijn en tijdens lichte en zware vorstjaren meer. De werkelijke curves zullen dus niet stijgen met een vaste richtingscoëfficiënt zoals in Grafiek 1. Het verloop is anders, maar het begin en eindpunt zijn dezelfde.



GRAFIEK 1 – 'HEAD TO HEAD' VERGELIJKING VAN VERSCHILLENDE VORSTBESTRIJDINGSMAATREGELEN

(ANALYSE VOOR DE KERSENTEELT OP EEN GEMIDDELD VORSTGEVOELIG PERCEEL, BIJ EEN NEUTRALE PRIJSZETTING BIJ DE VERDELING VAN 3/2/5 ZWARE/LICHTE/BEPERKTE VORSTJAREN IN DE ANALYSE OVER 10 JAAR.)

BLAUWE CURVE WARMELUCHTKANON = FROSTGUARD; ORANJE CURVE BEREGENING = ONDERKROONBEREGENING.