

# STAM- EN KROONVERANKERING

Europese Standaard Stam- en kroonverankering



European  
Arboricultural  
Standards



## EUROPEAN ARBORICULTURAL STANDARDS

Standaard Stam- en  
kroonverankeringen

2022

BG: Укрепване на дървета	PL: Wiązania i inne wzmocnienia mechaniczne
HU: Fák kábelezése/abroncsozásadrzew	CS: Bezpečnostní vazby stromů paigaldamine
ET: Puude toestussüsteemide	IT: Consolidamento degli alberi
PT: Ancoragem, consolidação e suporte árvores	DA: Kronesikringde
LT: Medžio kamienų ir lajos sutvirtinimas	FI: Latvustuntojen tekeminen
DE: Kronensicherung	RO: Montarea de ancore în coronament
LV: Koka stabilizācijas sistēmas	FR: Standard de haubanage
EL: Ενίσχυση δένδρων	SK: Bezpečnostné väzby korún stromov
MT: Irbit tas-siġar għall-appoġġ	GA: Rásaíocht crann
SL: Povezava krošnje	NL: Stam- en kroonverankeringen
HR: postupaka stabilizacije stabla	ES: Anclajes de árboles
SV: Kronstabilisering	

Wij zijn erg dankbaar voor alle opmerkingen en steun van nationale vertegenwoordigers uit de boomverzorging en individuele boomverzorgers uit heel Europa, die hebben gereageerd op de oproep om mee te werken aan de tekst van deze standaard.

Deze standaard heeft als doel de technische procedures voor het verankeren van straat- en laanbomen vast te stellen.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

De steun van de Europese Commissie voor de productie van deze publicatie houdt geen goedkeuring in van de inhoud die uitsluitend de mening van de auteurs weergeeft. De Commissie kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor het gebruik dat eventueel wordt gemaakt van de informatie die erin is vervat.

## Redactioneel:

### Standaard tekst:

Werkgroep "Technical Standards in Treework – TeST"

### Team van auteurs:

Jaroslav Kolařík (teamcoördinator, Tsjechische Republiek),  
Junko Oikawa-Radscheit (Du Duitsland, European Arboricultural Council),  
Dirk Dujesiefken (Duitsland),  
Thomas Amtage (Duitsland),  
Tom Joye (België),  
Kamil Witkoś-Gnach (Polen),  
Beata Pachnowska (Polen),  
Valentino Cristini (Tsjechische Republiek),  
Paolo Pietrobon (Italië),  
Henk van Scherpenzeel (Nederland),  
Gerard Passola (Spanje),  
Daiga Strēle (Republiek Letland),  
Algis Davenis (Lithanië),  
Tomáš Fraňo (Slowaakse Republiek),  
Goran Huljenić (Kroatië).

### Illustraties:

Olga Klubova (Republiek Letland)

### Tekst revisie:

© Werkgroep "Technical Standards in Treework – TeST", augustus 2022 (1e uitgave)

If you want to translate text of the standard to other languages, please contact the projectleader on [info@arboristika.cz](mailto:info@arboristika.cz)

**Nederlandse vertaling:** Wim Peeters (B) & Henk van Scherpenzeel (NL)  
met ondersteuning van Bert Janssens (B) Januari 2022

Recommended reference:

European Tree Cabling/Bracing Standard (2022). EAS 02:2022. European Arboricultural Standards (EAS), Working group "Technical Standards in Tree Work (TeST)".  
EAS 02:2022 (EN) – European Tree Cabling/Bracing Standard.



Attribution-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-ND 4.0), we welcome translations of the text to other languages

## Inhoudsopgave:

<b>1. Doel en inhoud van de standaard</b>	<b>4</b>
1.1 Doel	4
1.2 Belangrijkste doelstellingen	4
1.3 Bioveiligheid	
<b>2. Bepalende referenties</b>	<b>4</b>
2.2 Introductie	5
2.3 Kwalificatie	5
2.4 Algemene veiligheidseisen	5
<b>3. Methoden voor stabiliseren van bomen</b>	<b>6</b>
3.1 Inleiding	6
3.2 Doelwijziging	7
3.3 Beveiliging door snoeien van bomen	7
3.4 Dynamische verankering	7
3.5 Statische verankering	8
3.6 Statische verankering (draadstangen)	9
3.7 Stutten	9
3.7.1 Minder gebruikelijke of historische boomstabiliteitssystemen	10
3.7.2 Compressie riemen	10
3.7.3 Aanbinden/stuurlijnen	10
<b>4. Stabiliteitsmethoden</b>	<b>10</b>
4.1 Inleiding	11
4.2 Geometrie van verbindingen (horizontaal)	11
4.3 Hoogte van de installatie	12
4.4 Hoek van kabels	14
4.5 Dynamische kroonbeveiligingssystemen	14
4.6 Statische kroonbeveiligingssystemen	17
<b>5. Bijhouden van registers, controles, onderhoud en vervanging</b>	<b>22</b>
5.1 Inleiding	22
5.2 Bijhouden van gegevens	22
5.3 Basis inspectie	22
5.4 Gedetailleerde inspectie	23
5.5 Vervanging	23
<b>6. Beheer van de werklocatie</b>	<b>25</b>
6.2 Inleiding	25
6.1 Effect op de bodem	25
6.2 Effect op naburige bomen	25
<b>REFERENTIES</b>	<b>26</b>
<b>AFKORTINGEN</b>	<b>27</b>

# 1. Doel en inhoud van de standaard

## 1.1 Doel

- 1.1.1 Deze standaard is gepubliceerd door de werkgroep van het TeST-project (Technical Standards in Tree Work) in samenwerking met de EAC (European Arboricultural Council).
- 1.1.2 In de tekst van de standaard worden de volgende formuleringen gebruikt:
- waar in de standaard staat "kan", verwijst dit naar mogelijke opties;
  - waar in de standaard "zou moeten" staat, verwijst dit naar een aanbeveling;
  - waar in de standaard "moeten" staat, verwijst dit naar verplichte activiteiten.
- 1.1.3 Het doel van de standaard is de gemeenschappelijke technieken, procedures en eisen met betrekking tot boombeveiliging te presenteren met het oog op het beheer van de openbare veiligheid en het behoud van de integriteit van bomen. De standaard presenteert gemeenschappelijke fundamentele praktijken die in de Europese landen worden gebruikt.
- 1.1.4 De in de standaard beschreven verankeringssystemen omvatten procedures die gangbaar zijn in de hedendaagse boomverzorging. In specifieke gevallen kan het nodig zijn speciale procedures en combinaties van de beschreven methoden toe te passen om het gewenste stabiliserende effect te bereiken.
- 1.1.5 Deze standaard geeft de veiligheidscriteria aan voor boomverzorgers en andere werknemers die bij boomverzorgingswerkzaamheden betrokken zijn. Hij dient als referentie voor de veiligheidseisen voor degenen die betrokken zijn bij verankeringswerkzaamheden.
- 1.1.6 Elke persoon is verantwoordelijk voor zijn of haar eigen veiligheid op de werkplek en moet voldoen aan de toepasselijke federale of nationale professionele veiligheids- en gezondheidsnormen en alle regels en voorschriften die van toepassing zijn op zijn of haar eigen handelen. Elke persoon moet ook de instructies van de fabrikant lezen en opvolgen voor de gereedschappen, uitrusting en machines die hij/zij gebruikt.

## 1.2 Belangrijkste doelstellingen

- 1.2.1 Bij bomen die aanzienlijk mechanisch verzwakt zijn, worden, wanneer dit op grond van inspectie en beoordeling gerechtvaardigd is, kabel- of stutsystemen of andere verankeringssystemen aangebracht om de levensduur van de boom te verlengen door de biomechanische stabiliteit te verbeteren en/of om het risico van beschadiging door een structurele fout in de boom te beheren.
- 1.2.2 Deze standaard beschrijft de beproefde basismethoden en -procedures die in de EU-landen worden gebruikt. In bijzonder gecompliceerde gevallen van bomen met grote en/of meervoudig mechanisch gecompliceerde delen kunnen alternatieve benaderingen nodig zijn.
- 1.2.3 Verschillende praktijken en voorkeuren, gebaseerd op nationale/regionale ervaringen, zijn opgenomen in de nationale bijlagen.

## 1.3 Bioveiligheid

- 1.3.1 Personen die beroepshalve betrokken zijn bij werkzaamheden aan bomen, lopen een inherent hoog risico op de overdracht van plagen en ziekten tussen bomen en werkterreinen en moeten dus passende bioveiligheidsprocedures toepassen om dit risico te beperken.
- 1.3.2 Om het risico van overdracht van ongedierte en ziekten te beperken, moet het reinigen van gereedschap en andere uitrusting deel uitmaken van het dagelijks onderhoud.
- 1.3.3 Alle apparatuur moet na gebruik op elke locatie worden gereinigd en gedesinfecteerd. Volg de richtlijnen van de fabrikant.
- 1.3.4 Wanneer wordt gewerkt aan bomen met een grote kans op besmetting met besmettelijke plagen en ziekten, moeten strengere bioveiligheidsnormen worden toegepast, zoals het reinigen en ontsmetten van gereedschap tussen bomen. De nationale wet- en regelgeving is van toepassing.

## 2. Bepalende referenties

2.1.1 Deze standaard vormt een aanvulling op andere EU-normen en nationale/regionale regelgevingen.

### 2.2 Kwalificatie

2.2.1 De installatie van verankerings-of stutsystemen en daarmee verband houdende werkzaamheden in de boomverzorging zijn beroepswerkzaamheden die alleen kunnen worden uitgevoerd door een naar behoren opgeleide en ervaren werknemer of door een stagiair onder toezicht.

2.2.2 Algemeen aanvaard bewijs van de kwalificaties van een boomverzorgers wordt geleverd door internationale of nationale certificeringen. In de EU worden de volgende certificeringsregelingen voor praktiserende boom- werkers erkend:

- European Tree Worker (EAC)
- ISA Certified Arborist
- VETcert Veteran Tree Specialist (Practising level)

2.2.3 De volgende certificeringsregelingen zijn erkend voor adviserend boomverzorgers:

- European Tree Technician (EAC)
- ISA Board Certified Master Arborist
- VETcert Veteran Tree Specialist (Consulting level)

2.2.4 Het voldoen aan de normen voor professionele kwalificatie omvat voortdurende professionele ontwikkeling/levenslang leren.

2.2.5 Nationale kwalificatiereferenties kunnen plaatselijk worden erkend. Deze staan vermeld in de nationale bijlagen bij deze standaard.

### 2.3 Algemene veiligheidseisen

2.3.1 Gereedschap en uitrusting moeten voldoen aan de eisen van CE- en EN-normen en certificering.

2.3.2 Er moet een voor de locatie specifieke risicobeoordeling worden uitgevoerd en alle relevante controlemaatregelen, plus een briefing voor de werkzaamheden, moeten door de gekwalificeerde boomverzorgers/toezichthouder ter plaatse aan alle werknemers worden medegedeeld.

2.3.3 Alvorens met de boomwerkzaamheden wordt begonnen, moeten het verkeer en de voetgangers rond de bouwplaats onder controle worden gehouden.

2.3.4 Boomverzorgers en ander personeel dat in de buurt van het verkeer werkt en tijdelijke verkeersregelingszones bedient, moeten worden

opgeleid in tijdelijke maatregelen voor verkeersgeleiding, gebruik en plaatsing van apparatuur en veilige procedures voor het werken in de buurt van verkeer <sup>1</sup>.

2.3.5 Boomverzorgers en andere werknemers die blootgesteld zijn aan het risico van verkeer op de weg, moeten veiligheidskleding met hoge zichtbaarheid dragen die voldoet aan de eisen van de nationale regelgeving.

2.3.6 Boomverzorgers en andere werknemers die gebruik maken van uitrusting, gereedschap of machines, moeten vertrouwd zijn met veilige werkmethoden en de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen gebruiken volgens de instructies van de fabrikant voor de gereedschappen, machines en uitrusting.

 <sup>1</sup> Zie de nationale bijlage.

## 3. Methoden voor het stabiliseren van bomen

### 3.1 Inleiding

- 3.1.1 Onder stabiliseren van bomen wordt verstaan alle methoden om takken of stammen van een boom met elkaar te verbinden of te ondersteunen met het doel de kans op falen en/of schade in verband met structurele gebreken in de boom te verminderen.
- 3.1.2 Het algemene doel van boomstabilisatie is te voorkomen dat een tak of boom bezwijkt en/of schade aan mensen of eigendommen te vermijden wanneer dat toch gebeurt. Het voorkomen van het verlies van waardevolle bomen of habitats is ook een belangrijke overweging.
- 3.1.3 De stabiliseren van bomen moet worden overwogen na een risico-batenanalyse waarbij rekening wordt gehouden met het risico van aanzienlijke schade aan mensen, eigendommen of de resterende boomstructuur, de waarschijnlijkheid dat de boom het begeeft en de waarde van de boom.
- 3.1.4 Boomstabiliteitssystemen kunnen de natuurlijke af- of terugstervingsprocessen en het afvallen van takken, die deel uitmaken van de natuurlijke structuurveranderingen van een boom, verstoren of stopzetten.
- 3.1.5 Het ontwerp en de installatie van boomstabiliteitssystemen moeten worden uitgevoerd door deskundigen met kennis van de verschillende beschikbare kabel- en verankeringssystemen, om ervoor te zorgen dat de juiste uitrusting wordt gekozen en correct wordt geplaatst. Alleen specialisten met voldoende deskundigheid mogen boomstabiliteitssystemen ontwerpen en installeren in biomechanisch complexe bomen.
- 3.1.6 Alle boomstabiliteitssystemen moeten worden gecontroleerd en opgevolgd, met regelmatige inspecties, onderhoud of vervanging. Er moet een onderhoudsplan worden opgesteld en aan de eigenaar van de boom worden overhandigd (zie punt 5). Het bijhouden van een register en het opstellen van een inspectie-/onderhoudsregime zijn essentiële onderdelen van het werk en hiermee moet rekening worden gehouden bij het aanbevelen en installeren van boomstabiliteitssystemen.
- 3.1.7 Voor elk geïnstalleerd stabiliteitssysteem moet volledige documentatie worden verstrekt aan de eigenaar/beheerder van de boom.
- 3.1.8 Materialen, onderdelen en systemen voor boomstabiliteit moeten een minimum levensduur van 8 jaar hebben.
- 3.1.9 Zorg ervoor dat het geïnstalleerde boomstabiliteitssysteem voldoende draagvermogen heeft.
- 3.1.10 Gewoonlijk wordt de sterkte van een systeem gedefinieerd als de minimale breuksterkte (in newtons [N]). Soms wordt dit omgerekend naar een breukbelasting of draagvermogen (in kilogram [kg] of ton [t]).
- 3.1.11 Boomstabiliteitswerkzaamheden kunnen materialen en/of systemen omvatten die al dan niet gecertificeerd zijn voor gebruik in bomen. Indien niet-gecertificeerde materialen of systemen worden gebruikt, vallen het ontwerp, de combinatie van materialen, de materiaaleigenschappen en de minimale breuksterkte van het stabiliteitssystemen onder de verantwoordelijkheid van de professional die het stabiliteitssysteem ontwerpt en/of installeert. De specificaties voor het volledige systeem, met inbegrip van de gebruikte materialen, moeten deel uitmaken van de definitieve documentatie.
- 3.1.12 Boomstabiliteitssystemen die zijn ontworpen om de belasting op specifieke punten (b.v. vorken, knooppunten van takken) te verlichten, kunnen de krachtverdeling in de boom wijzigen en als gevolg daarvan de natuurlijke reactieve groei van de boom verminderen. Dit moet worden overwogen en in aanmerking worden genomen voordat met het ontwerp van het systeem wordt begonnen.
- 3.1.13 Het effect van stabiliteitssystemen op de herverdeling van krachten in bomen moet worden bestudeerd, ook al kan de dynamische (frequentie, demping) en statische (spanning/rekverdeling) mechanische reactie op windbelasting, zowel in het algemeen als voor de gestabiliseerde boom afzonderlijk, niet nauwkeurig worden voorspeld. Een toename van het aantal kabels/verankeringen in de kroon beïnvloedt de kroondynamiek (demping) en kan de spanning op lagere dragende delen van de boom, waaronder het wortelsysteem, verhogen.
- 3.1.14 Een stabiliteitssysteem mag niet worden aangebracht indien het risico van toekomstige boomschade daardoor kan worden vergroot.

## 3.2 Risico-object

- 3.2.1 Een risico-object wordt beschouwd als een voorwerp, persoon of eigendom enz. dat door een defect van de boom of onderdelen daarvan kan worden getroffen.
- 3.2.2 Om het risico tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen, moet eerst worden overwogen het risico-object te verplaatsen of aan te passen, alvorens snoeiwerk of andere methoden om de boom te stabiliseren in overweging te nemen.
- 3.2.3 Belangrijkste voordelen:
- geen hinder voor de boom;
  - mogelijke ondersteuning van de biodiversiteit.
- 3.2.4 Belangrijkste nadelen:
- Object verplaatsen is misschien niet mogelijk;
  - beperkingen voor het verkeer rond de boom;
  - het risico op boomfalen blijft bestaan.

## 3.3 Stabiliseren door snoeien van bomen

- 3.3.1 Snoeien is over het algemeen de voorkeursmethode om bomen op lange termijn te stabiliseren, mits het wordt uitgevoerd in overeenstemming met goede praktijken (zie EAS 01: 2021 - European Tree Pruning Standard). Sommige biomechanische kenmerken kunnen echter worden beheerd door preventieve verankering/ondersteuning zonder dat dit gevolgen heeft voor de fysiologie van de boom.
- 3.3.2 Stabilisatie van delen van boomkronen kan meestal worden bereikt door middel van zijdelingse kroonreducties.
- 3.3.3 Stabilisatie van de hele boom (met inbegrip van het wortelstelsel) kan worden bereikt door de bovenkroon in te nemen. Deze ingreep moet zo worden toegepast dat de fysiologische vitaliteit van de boom niet noemenswaardig wordt verstoord. Ook moet rekening worden gehouden met het effect van de vermindering op het dynamisch gedrag van de kroon (zie EAS 01: 2021 - European Tree Pruning Standard).
- 3.3.4 Belangrijkste voordelen:
- geen kunstmatige systemen in de boom;
  - geen beperkingen op de natuurlijke bewegingen van takken;
  - gelegenheid om correct te snoeien en de kroon schoon te maken.
- 3.3.5 Belangrijkste nadelen:
- snoeiwonden;
  - mogelijke vermindering van vitaliteit;
  - mogelijke invloed op kroondynamiek;
  - de vorm van de kroon kan veranderen;
  - doorlopend onderhoud nodig vanwege regeneratieprocessen.
- 3.3.6 Extra stabiliteit van de boom door middel van kabels, steunen of stutten kan noodzakelijk zijn wanneer het snoeien dat nodig is om het risico tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen, de levensvatbaarheid van de boom in gevaar zou brengen of zou leiden tot het verlies van de structuur van een waardevolle boom.
- 3.3.7 Extra stabiliteit van bomen door middel van kabels, steunen of stutten kan worden toegepast als tijdelijke maatregel tijdens een gefaseerde snoei, waarbij wordt toegewerkt naar een aanvaardbare risicovermindering zonder stabilisatiesysteem.

## 3.4 Dynamische verankering

- 3.4.1 Dynamische verankeringssystemen worden gebruikt om de kans op het bezwijken van een boom of tak te verkleinen door spanningspieken te elimineren, door de energie tijdens het uitrekken (strekken) van de kabel te dempen. In sommige situaties kan dynamische verankering ook worden gebruikt als preventieve maatregel om een tak (of onstabiele kroondelen bij afbreken op te vangen).
- 3.4.2 Dynamische verankeringssystemen hebben een totale elasticiteit van 5-25%.
- 3.4.3 Dynamische verankeringssystemen bestaan in het algemeen uit polyester-, polypropyleen **2** - of polyamidekabels **3**.

 **2** Indien geïnstalleerd met schokdemper.

**3** Jahrbuch der Baumpflege 1998; Schröder et al.



Tabel 1: Overzicht van basiseigenschappen van materialen, gebruikt voor dynamische verankeringsystemen

Materiaal eigenschappen	Polyester (PES)	Polyamide (PA)	Polypropylene (PP)
Elasticiteit	ca. 5%	ca. 20%	ca. 5%
sterkeverlies door knopen	50–60%	50–60%	35–50%
sterkeverlies door vocht	0%	10–(max) 30%	0%
Spanning verlies onder langdurige spanning	benadert 0%	1–2%	3–5%
UV resistentie	excellent	goed	Alleen wanneer het zwart gemaakt is

3.4.4 Belangrijkste voordelen:

- behoud van de kroonvorm;
- minimaal verlies van kroonvolume;
- minder taken die kunnen breken;
- Vermindert het vereiste snoeien.

3.4.5 Belangrijkste nadelen:

- mogelijke belemmering voor natuurlijke beweging;
- kunstmatig systeem in de boom;
- regelmatige inspectie en onderhoud vereist;
- installatie is afhankelijk van de aanwezigheid van stabiele stammen en takken

## 3.5 Statische verankering

3.5.1 Statische verankering is opgebouwd uit onderdelen van materialen met een lage elasticiteit. Om als statisch te worden beschouwd, moet het volledige systeem een elasticiteit van minder dan 2% hebben binnen het gedefinieerde draagvermogen.

3.5.2 Statische verankering wordt onder spanning geïnstalleerd (voorbelaast). Dit kan inhouden dat de gestabiliseerde delen tijdens het installatieproces worden samengetrokken.

3.5.3 Statische verankering moet zo worden geïnstalleerd dat zij een lange levensduur heeft zonder de boom negatief te beïnvloeden. Indien mogelijk moet een statisch systeem alleen worden vervangen als daar een technische noodzaak voor is. Synthetische statische kabels hebben een beperkte levensduur en mogen daarom alleen worden gebruikt voor tijdelijke oplossingen.

3.5.4 Er zijn vele statische verankeringsystemen (opgesomd in tabel 3). Als gevolg van plaatselijke ervaringen geven verschillende landen de voorkeur aan verschillende systemen of ontmoedigen zij het gebruik ervan. Raadpleeg de nationale bijlage.

3.5.5 De voor statische verankering gebruikte materialen kunnen statische (synthetische) kabels, staalkabels of andere staalproducten (systemen) zijn. Metalen materialen en onderdelen moeten corrosiebestendig zijn (b.v. minimaal verzinkt). Alle metalen materialen en

De onderdelen moeten van hetzelfde metaal zijn gemaakt (geen mengsel van roestvrij staal/zink/staal), anders kunnen er elektrolytische corrosieproblemen ontstaan.

3.5.6 Statische verankering wordt gebruikt om stammen of takken die tekenen vertonen dat zij in de toekomst zouden kunnen bezwijken (gebroken vorken, scheuren, enz.), stevig te stabiliseren.

3.5.7 De statische verankering moet zich in het statische (onderste) deel van de kroon bevinden.

3.5.8 Statische verankering verandert de spanningsverdeling in en beïnvloedt de natuurlijke reactieve groei van de boom (zelfoptimalisatie).

3.5.9 Statische verankering kan de algehele stijfheid van de boom verhogen en het vermogen van de boom om met dynamische belasting om te gaan verminderen, als gevolg van de verminderde demping van de massa. Daarom moet bijzondere aandacht worden besteed aan de installatie van statische verankering bij bomen die mechanisch gecompromitteerd zijn aan de stamvoet en/of in het wortelsysteem.

3.5.10 Statische verankeringsystemen zijn:

- geboorde verankering; (staalkabel bevestigd aan oogbouten die door de stam zijn geboord)
- kabel-en-lat systemen om de kabel rond de stam te bevestigen;
- banden verbonden met statisch kabel (staal, synthetisch) of ketting.

- 3.5.11 Belangrijkste voordelen:
- behoud van de kroonvorm;
  - geen verlies van kroonvolume;
  - immobilisatie van stengels/ledematen/takken die vatbaar zijn voor mislukking;
  - geen of minimale snoei nodig.
- 3.5.12 Belangrijkste nadelen:
- invloed op de natuurlijke kroondynamiek;
  - plaatselijke schade aan de boom wanneer er geboord wordt;
- mogelijke problemen met ingroeien indien banden of een klossen- en kabelsysteem worden gebruikt;
  - kunstmatig systeem in de boom;
  - regelmatige inspectie en onderhoud vereist;
  - beperkte installatiemogelijkheid op stammen/takken met actief schimmelbederf

## 3.6 Statische verankering (draadstangen)

- 3.6.1 Statisch verankeren gebeurt met stalen draadstangen die door de boom worden gestoken aan de voet van stammen/ takken of rechtstreeks door een vork.
- 3.6.2 Statisch schoren wordt gebruikt om stammen of takken die tekenen vertonen dat zij in de toekomst zouden kunnen breken (gebroken vorken, scheuren, enz.), stevig te stabiliseren.
- 3.6.3 Deze vorm van beveiliging wordt niet aanbevolen wanneer het te verstevigen deel van de boom verrot hout of holten bevat, omdat de installatie het risico inhoudt dat interne barrière- of reactiezones worden beschadigd en dat de boom mechanisch wordt beschadigd in het geval van een dunne restwand.
- 3.6.4 Belangrijkste voordelen:
- kan worden gebruikt voor takken die zeer dicht bij elkaar groeien;
- weinig onderhoud nodig;
  - geen herinstallatie nodig;
  - zorgt voor een zeer sterke, veilige verankering;
  - geen of minimale snoei nodig.
- 3.6.5 Belangrijkste nadelen:
- mogelijke invloed op de kroondynamiek;
  - kunstmatig systeem in de boom;
  - beschadigt stamhout/hout en kan interne disfunctie vergemakkelijken;
  - Als het eenmaal geïnstalleerd is, is wijziging of aanpassing moeilijk;
  - beperkte mogelijkheid tot plaatsing op stammen/takken met actief houtrot.

## 3.7 Stutten

- 3.7.1 Onder stutten worden alle op de grond gebaseerde methoden verstaan om een boom of tak overeind te houden om te voorkomen dat hij valt.
- 3.7.2 Stutten kunnen houten of metalen structuren zijn, eenvoudig of complex. Zij worden aan de stam of tak bevestigd en laten het vastgemaakte deel niet bewegen.
- 3.7.3 Het ontwerp voor een steun moet worden gemaakt door specialisten, die rekening houden met de verwachte belastingen, met inbegrip van de effecten van zijdelingse belasting en windinvloed. De medewerking van deskundigen bij het ontwerp en het toezicht op een ervaren boomverzorger tijdens de installatie van essentieel belang zijn **4**.
- 3.7.4 Factoren waarmee rekening moet worden gehouden bij het ontwerpen van een propeller zijn:
- te gebruiken materiaal;
  - geplande levensduur;
  - het contact van de stut met het beveiligde deel;
  - hoe de stut in de grond wordt gefixeerd;
- locatie van de stut;
  - mogelijkheid om de steun aan te passen aan de groei van de boom;
  - mogelijkheid van toekomstige vervanging;
  - esthetische invloed op de boom en zijn omgeving.
- 3.7.5 Een stut moet speciaal voor de boom in kwestie worden ontworpen.
- Belangrijkste voordelen:
- bescherming van stammen/armen/takken die vatbaar zijn voor breuk;
  - geen of minimale snoei nodig.
- 3.7.6 Belangrijkste nadelen:
- goed zichtbaar kunstmatig systeem in de boom;
  - toekomstig onderhoud nodig;
  - mogelijke verstoring van het wortelsysteem;
  - invloed op de boomdynamiek;
  - regelmatige inspecties en onderhoud nodig;
  - gevaar voor beschadiging door vandalisme.

 **4** Veel landen hebben wetten die een berekening van het draagvermogen van het stutsysteem voorschrijven.

## 3.8 Minder gebruikelijke of historische boomstabiliteitssystemen

- 3.8.0 Voor zeer waardevolle (oude) bomen met complexe biomechanische structuren kunnen de hierboven beschreven standaardbeveiligingssystemen ontoereikend zijn om de boom volledig te stabiliseren of het risico tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen. In deze gevallen kan het noodzakelijk zijn een beroep te doen op minder gebruikelijke boomstabiliteitssystemen. Sommige van de in het verleden gebruikte systemen zijn verboden wegens hun negatieve effect op de fysiologie van de boom. In zeldzame gevallen, als laatste redmiddel om waardevolle bomen te redden, kunnen deze minder gebruikelijke of historische technieken nog worden toegepast.
- ### 3.8.1 Spanbanden
- 3.8.1.1 Spanbanden zijn meestal metalen ringen die rond de stam worden aangebracht, meestal bij oude (veterane) bomen. De bedoeling is de stam bijeen te houden en te voorkomen dat de stam doorknipt. Soms is dit gedaan om te voorkomen dat belangrijke habitat (zoals vermolmd hout) uit de boom valt.
- 3.8.1.2 Hoewel in het verleden metalen spanbanden werden gebruikt, wordt deze techniek momenteel niet op grote schaal toegepast omdat de installatie van invloed is op het statische en dynamische gedrag en de fysiologie van de boom: het cambium kan worden samengedrukt of onderdrukt en er kan compressierot ontstaan doordat functionele eenheden in de boom afsterven.
- 3.8.1.3 De installatie moet zorgvuldig worden geëvalueerd door de consultant die het systeem ontwerpt, en wel van geval tot geval, waarbij niet alleen rekening moet worden gehouden met het risicobeheer maar ook met het respect voor de fysiologische functie van de boom.
- 3.8.1.4 Een spanband kan een op maat gemaakte metalen ring zijn die met bouten aan elkaar wordt vastgemaakt, een ratelriem (zoals die door vrachtwagenchauffeurs worden gebruikt) of een staalkabel die door oogbouten loopt.
- 3.8.1.5 In het geval van metalen ringen of ratelbanden worden de fysiologische functies van de boom beïnvloed omdat de banden de radiale groei beperken. Regelmatige controle en bijstelling kunnen noodzakelijk zijn.
- 3.8.1.6 Belangrijkste nadelen:
- een duidelijk zichtbaar kunstmatig systeem in de boom;
  - toekomstig onderhoud noodzakelijk door voortdurende ingroei in de stam;
  - gevaar voor beschadiging door vandalisme.
- ### 3.8.2 Stuurlijnen
- 3.8.2.1 Stuurlijnen worden gebruikt om de boom aan een andere boom of aan een grondanker te bevestigen om te voorkomen dat de boom valt in een richting waarin hij schade zou kunnen toebrengen aan een niet mobiel object, of om het risico van de boom terug te brengen tot een aanvaardbaar niveau.
- 3.8.2.2 In de regel worden een of meer kabels van de kruin naar de grond gespannen. De kabels worden via een stabiel ankerpunt aan de grond vastgemaakt. Voor dit doel worden staalkabels, kabel met een hoge sterkte (geringe elasticiteit) van synthetische vezels of een combinatie van beide gebruikt.
- 3.8.2.3 Wanneer stuurlijnen worden aangebracht, moet de aanpak worden aangepast aan de boom in kwestie.
- 3.8.2.4 De volgende punten moeten in aanmerking worden genomen:
- effect van zijdelingse (wind)belasting;
  - draagvermogen van het systeem;
  - conditie van de boom op het aanhechtingspunt;
  - sterkte van het ankerpunt.
- 3.8.2.5 Als er gevaar voor vandalisme bestaat, moet daarmee rekening worden gehouden bij het algemene ontwerp van het systeem.
- 3.8.2.6 Belangrijkste voordelen:
- het voorkomen van het uitvallen van bomen of schade aan de omgeving;
  - mogelijkheid om bomen met wortelstabiliteitsproblemen te stabiliseren;
  - minimale snoei nodig.
- 3.8.2.7 Belangrijkste nadelen:
- goed zichtbaar kunstmatig systeem in de boom;
  - toekomstig onderhoud noodzakelijk door voortdurende ingroei in de stam;
  - risico van stam-/takbreuk boven het installatiepunt;
  - gevaar voor beschadiging door vandalisme.
- ### 3.8.3 Onderling verbonden bomen
- 3.8.3.1 Het onderling verbinden van de kronen van naburige bomen door middel van statische of dynamische systemen is een weinig voorkomende oplossing voor het probleem van de beveiliging van een sterk beschadigde boom.
- 3.8.3.2 Dit type beveiliging kan pas worden ontworpen en aangebracht na een gedetailleerd onderzoek naar de conditie van de verankeringsbomen om hun weerstand tegen zowel breuk als ontworteling te bepalen.
- 3.8.3.3 De installatie van een onderling verbonden stabilisatie systeem is afhankelijk van het type, maar verschilt in principe niet van de installatie van een bepaald type verankering binnen de kroon van één boom.
- 3.8.3.4 Belangrijkste voordelen:
- het voorkomen van het uitvallen van bomen of schade aan de omgeving;
  - mogelijkheid om bomen met wortelstabiliteitsproblemen te stabiliseren.
- 3.8.3.5 Belangrijkste nadelen:
- mogelijke invloed op verankerde bomen.

## 4.1 Inleiding

4.1.1 Kroonverankeringen zijn verbindingen tussen delen van de kroon die structureel dreigen te bezwijken. De delen van de kroon waaraan de verankeringen worden bevestigd, moeten in staat zijn de extra belastingen te dragen.

## 4.2 Geometrie van de verbindingen (horizontaal)

4.2.1 Opties voor de geometrie van de verankering zijn:

- directe verbinding;
- driehoekige configuratie;
- ringvormige (zwevende) configuratie.

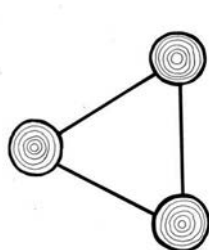
4.2.2 Een **directe verbinding** wordt aangebracht tussen twee takken/stammen en heeft alleen betrekking op de belasting in de richting van de verankering (kabels of kabels). Zijdelingse beweging van de vastgezette kroondelen wordt niet geëlimineerd. Een breukgevoelige tak moet worden ondersteund door een stabiele tak (of stam) met dezelfde of een grotere diameter.

4.2.3 Een **driehoek configuratie** kan steun bieden aan het gezeekerde deel van de kroon in meer dan één richting. Een systeem van een of meer driehoeken is zo ontworpen dat het een netwerk van verbindingen vormt dat beweging in meerdere richtingen vermindert. Deze installatiemethode dient ook om de windenergie via de verbindingen naar verschillende delen van de kroon af te voeren.

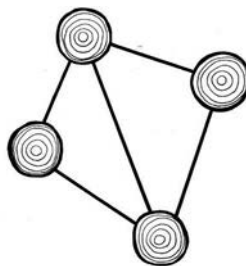
4.2.4 **Ringvormige (zwevende) configuratie** vangen alleen de zijwaartse bewegingen op. Dit zeldzame type ontwerp biedt de mogelijkheid om overmatig snoeien te vermijden, vooral in secundaire kronen en bij het veiligstellen van de hergroei die na het toppen optreedt.



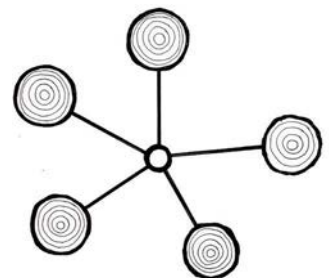
Figuur 1: Voorbeeld van een rechtstreekse verbinding



Figuur 2: Voorbeeld van een driehoek verbinding



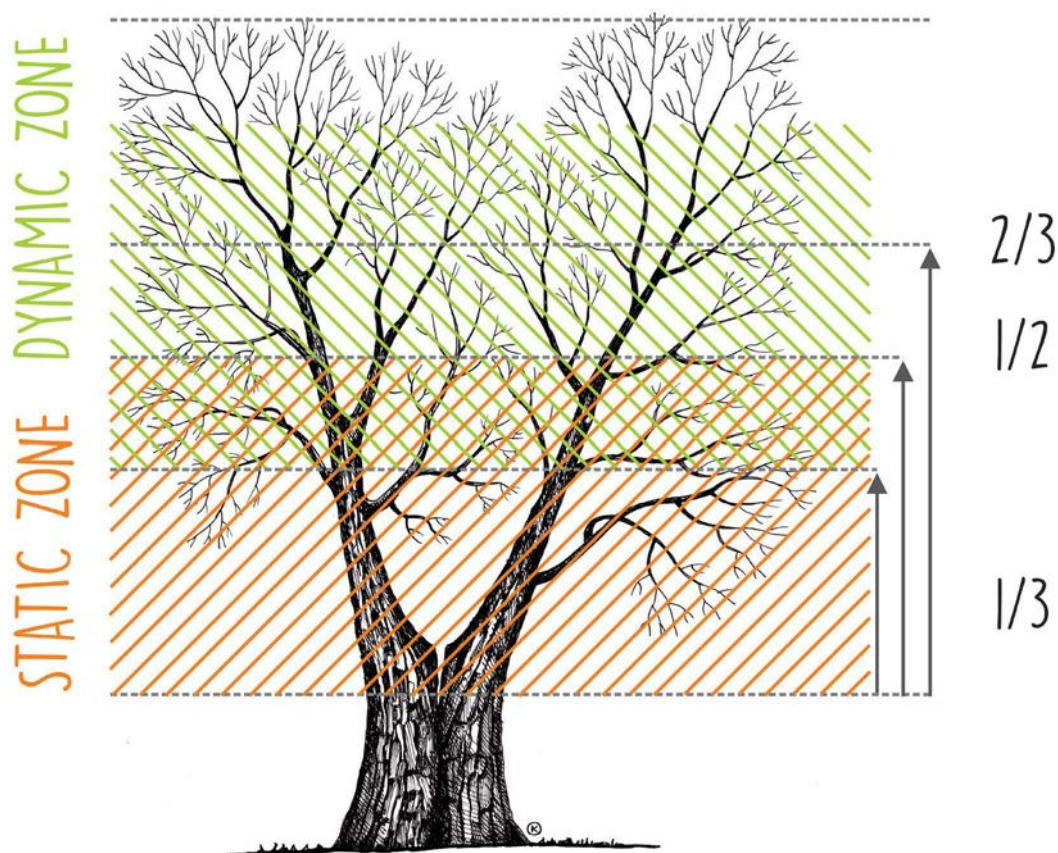
Figuur 3: Voorbeeld van een gecombineerde driehoek verbinding



Figuur 4: Voorbeeld van een ringvormige verbinding (algemeen beeld)

## 4.3 Hoogte van de installatie

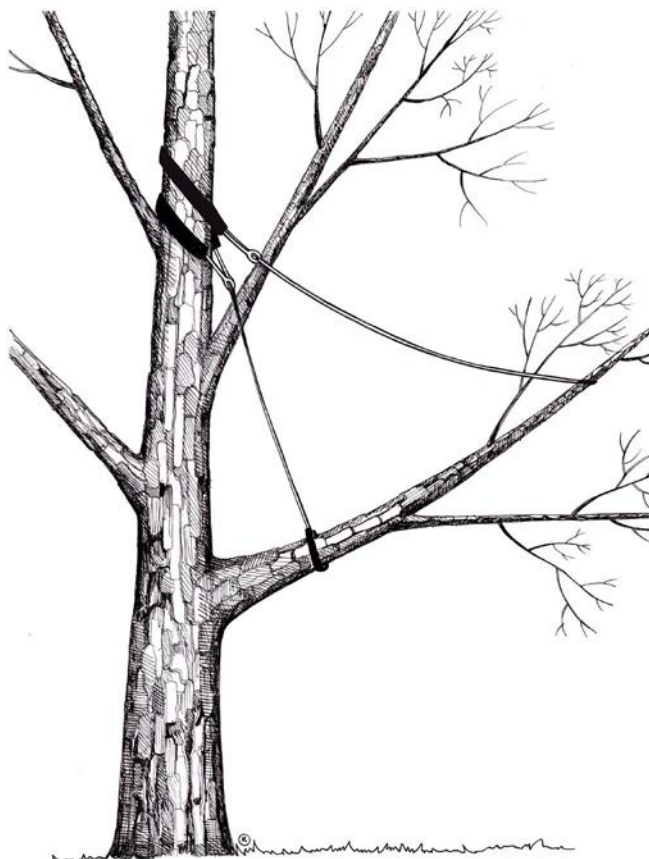
- 4.3.1 In het algemeen worden dynamische systemen allemaal in hetzelfde vlak geïnstalleerd.
- 4.3.2 Dynamische systemen moeten vooraf worden geïnstalleerd in het bovenste (dynamische) deel van de kroon, of ten minste in de bovenste helft gemeten vanaf de plaats van de vork.
- 4.3.3 Indien een dynamisch systeem niet wordt gecombineerd (multi-niveau), moet het bij voorkeur  $\frac{2}{3}$  van de lengte van de tak/stam (gemeten vanaf de vork) worden geplaatst. De stabiliteit van het ankerpunt en de doelstellingen van de verankering moeten in aanmerking worden genomen.
- 4.3.4 Door de hoogte van de installatie (en de nodige speling in het systeem, de toevoeging van een schokdemper enz.) aan te passen, kan een systeem meer of minder dynamisch worden gemaakt (semi-dynamisch/semi-statisch).
- 4.3.5 Statische systemen moeten worden geïnstalleerd in het onderste  $\frac{1}{3}$  deel van de kroon (gemeten vanaf de vork), bij voorkeur zo dicht mogelijk bij het knooppunt.
- 4.3.6 Alle krachten afkomstig van de kroon concentreren zich op het niveau waar een statisch (voorgespannen) systeem is geïnstalleerd en alle andere beveiligingssystemen daaronder kunnen mechanisch minder functioneel worden.
- 4.3.7 Statische systemen kunnen worden gecombineerd met dynamische systemen en hoger in de kroon worden geïnstalleerd om de mechanische belasting op de beveiligde delen te verlichten. De dynamische systemen kunnen provisorisch zijn - geïnstalleerd om de boom zich te laten aanpassen aan het nieuwe statische stabilisatie systeem.
- 4.3.8 Bij een op maat gemaakt stabilisatie systeem voor een specifieke situatie moet bij het ontwerp rekening worden gehouden met de kroondynamica in figuur 5. Merk op dat de elasticiteit van jonge bomen veel hoger is dan bij een ouder exemplaar.
- 4.3.9 **Beveiligingssystemen met meerdere niveaus** moeten in de volgende gevallen worden overwogen:
- combinatie van statische en dynamische systemen, vooral voor hoge bomen;
  - sterk vertakte bomen of lange horizontale takken;
  - wanneer gedestabiliseerde takken/stammen zich onmiddellijk boven een doelwit bevinden.



Figuur 5: Hoogte van de installatie

4.3.10 De **lengte van de lijnen** (touwen of kabels) en de plaats ervan moeten zodanig zijn ontworpen dat bij het breken van een tak het gezeekerde deel behouden blijft. Als het beveiligde deel het begeeft, kan de schade aan het doel tot een minimum worden beperkt door een goed geïnstalleerd stabilisatie systeem.

4.3.11 Om een **horizontale tak** te beveiligen, moeten zowel de basis als de top van de tak door afzonderlijke kabels worden beveiligd om het risico van beschadiging te verminderen. Houd rekening met de afmetingen en de plaatsing van beide kabels ten opzichte van hun hoek.

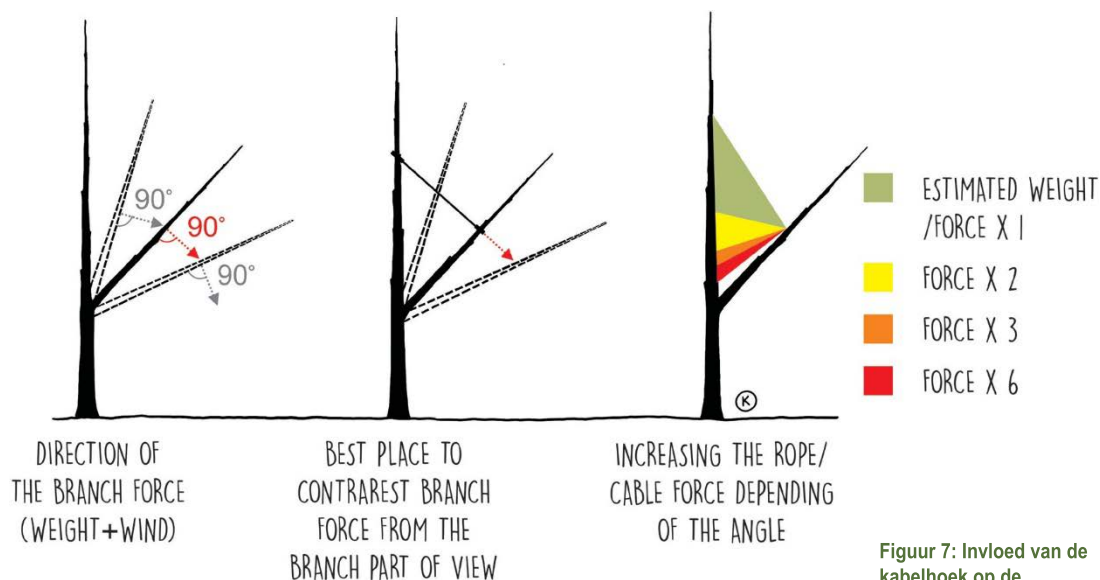


Figuur 6: Vastzetten van een horizontale tak om schade te voorkomen in geval van breuk

## 4.4 Hoek van de kabels

4.4.1 De krachten die op de kabels en hun ankerpunten werken, veranderen met de hoek van de installatie van de kabels ten opzichte van de richting van de belasting. Het verschil tussen een hoek van 90 graden en een hoek van 30 graden kan de belasting met 100% doen

toenemen. Daarom moet overwogen worden de belastingsspecificatie voor kabels en ankers te verhogen in wanneer zij met een schuine belasting worden geïnstalleerd.



## 4.5 Dynamische kroonbeveiliging systemen

4.5.1 Gebruik alleen systemen die door de producent/fabrikant met gedetailleerde instructies worden geleverd. De vereiste informatie omvat:

- minimale breuksterkte van het volledige systeem;
- installatie procedure (handleiding);
- voorgeschreven controleregeling (b.v. elementaire/gedetailleerde inspectie) en tijdschema (b.v. jaarlijkse inspectie);
- maximale levensduur in de boom **5**

4.5.2 Dynamische systemen moeten regelmatig worden gecontroleerd en bijgesteld (volgens de instructies van de fabrikant).

4.5.3 Dynamische systemen moeten worden geïnstalleerd in het dynamische deel van de kroon en moeten evenredig zijn met de bewegingen op die plaats in de boom. Zij moeten worden geïnstalleerd met speling in het kabel, rekening houdend met de toekomstige groei van de boom en seizoensgebonden veranderingen (zie punt 4.5.12).

4.5.4 Merk op dat dynamische verankeringsystemen beschadigd kunnen worden, b.v. door wrijving of door eekhoorns.

4.5.5 Om slijtage door wrijving te voorkomen, mogen kabels in de kruin elkaar niet raken en mogen zij niet in contact komen met takken (zelfs niet met kleine takken).

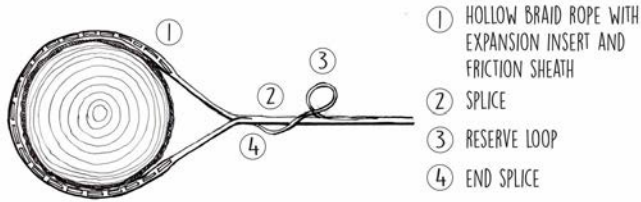
4.5.6 Als dit niet kan worden vermeden, moet rond een kabel een bescherming worden aangebracht. Sommige dynamische verankeringsystemen worden geleverd met een positioneringsband, die rond de stammen wordt aangebracht. Het gebruik van de positioneerriem wordt beschreven in de instructies van de fabrikant.

4.5.7 Bij de installatie van verankeringsystemen moeten de instructies van de fabrikant in acht worden genomen. Het verdient aanbeveling dat alle onderdelen van het systeem van dezelfde fabrikant afkomstig zijn.

4.5.8 De gewichtdragende kabel en de stamband moeten als volgt aan mekaar worden verbonden:

**5** Minimale levensduur is 8 jaar volgens 3.1.8.

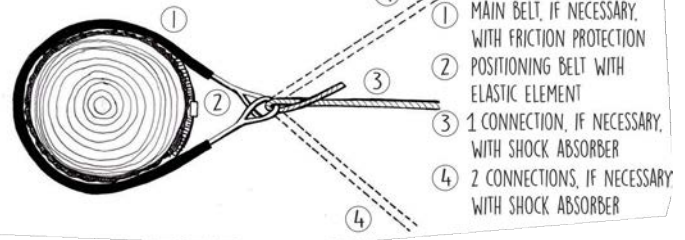
### HOLLOW BRAID ROPE



- ① HOLLOW BRAID ROPE WITH EXPANSION INSERT AND FRICTION SHEATH
- ② SPLICE
- ③ RESERVE LOOP
- ④ END SPLICE

Figuur 8: Bevestiging van de holle verankeringslijn (de bevestiging van de lijn kan variëren volgens de instructies van de fabrikant)

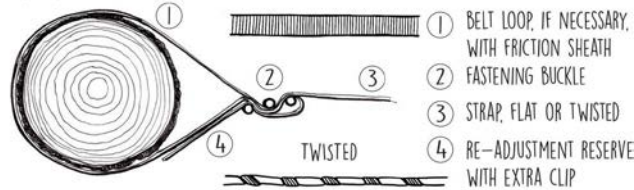
### MULTI COMPONENT SYSTEM



- ① MAIN BELT, IF NECESSARY, WITH FRICTION PROTECTION
- ② POSITIONING BELT WITH ELASTIC ELEMENT
- ③ 1 CONNECTION, IF NECESSARY, WITH SHOCK ABSORBER
- ④ 2 CONNECTIONS, IF NECESSARY WITH SHOCK ABSORBER

Figuur 9: Bevestiging van een uit meerdere componenten bestaand systeem

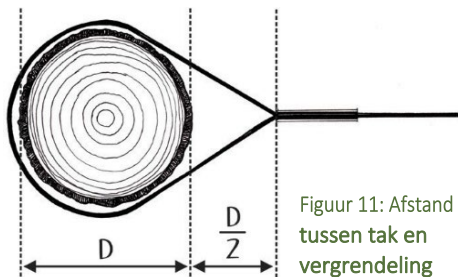
### BELT ATTACHMENT



- ① BELT LOOP, IF NECESSARY, WITH FRICTION SHEATH
- ② FASTENING BUCKLE
- ③ STRAP, FLAT OR TWISTED
- ④ RE-ADJUSTMENT RESERVE WITH EXTRA CLIP

Figuur 10: Bevestiging van de (stam)band

4.5.9 De afstand tussen de tak en de kabelsluiting moet op het installatiepunt ten minste  $0,5 \times$  de takdiameter bedragen (Fig. 12).



Figuur 11: Afstand tussen tak en vergrendeling

4.5.12 Dynamische verankeringsystemen moeten met een minimale speling worden geïnstalleerd (zie figuur 12):

- voor kabels tot 5m lengte, streven naar 10-15% doorhangen;
- voor langere kabels, streef naar 5-10% doorhangen.

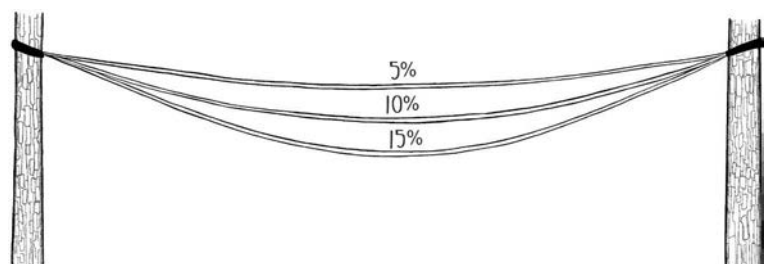
De extra lengte kabel die moet worden toegevoegd om het doorhangen te bereiken, zal afhangen van de afstand tussen de ankerpunten, maar zal gewoonlijk tussen 5 en 10% van de afstand tussen de ankerpunten bedragen.

In sommige gevallen is meer of minder speling aanvaardbaar, op basis van het oordeel van deskundigen (zie ook 4.5.21).

4.5.13 Het "doorhangen" moet worden berekend voor de periode waarin de boom in blad staat. In de winter kan het "doorhangen" van deze waarden overschrijden bij bladverliezende soorten.

4.5.10 Het 'oog' van de verankeringskabel moet in een huls zitten (om wrijving tussen de kabel en de tak te voorkomen).

4.5.11 De bevestiging moet volgens de instructies van de fabrikant worden aangebracht.



Figuur 12: Demonstratie van speling in een dynamisch verankeringsstelsel



- 4.5.14 Er moet voldoende kabelreserve achter de vergrendeling of in de vergrote lus zitten om het systeem tijdens gedetailleerde inspecties opnieuw te kunnen gebruiken.
- 4.5.15 Het is mogelijk meer dan één kabelsysteem in een boom te gebruiken of een combinatie van dynamische en statische systemen indien nodig, afhankelijk van de omvang van de mechanische verzwakking en de kroonomvang.

- 4.5.16 Er moet zorgvuldig rekening worden gehouden met de lengte van de takken, de hoek van het kabel, de massa van de takken, de hoogte van de installatie en de windkracht. In sommige gevallen is een meer gedetailleerde belasting analyse aan te bevelen.
- 4.5.17 Voorgestelde minimale sterktes voor dynamische systemen<sup>6</sup> zijn te vinden in tabel 2.

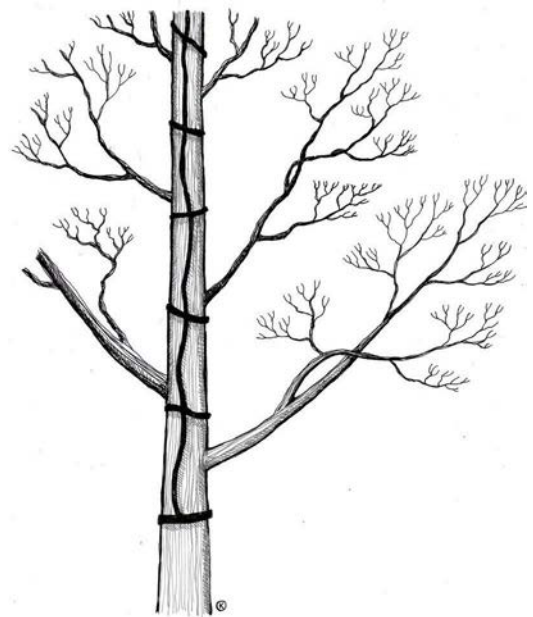
Tabel 2: Voorgestelde minimale sterktes voor dynamische systemen

Diameter van de stam/takken aan de basis (mm)	Minimum breeksterkte (kN)
tot 400	20 (2 t)
400-600	40 (4 t)
600-800	80 (8 t)
meer dan 800	op maat gemaakte set-up voor elk individueel geval

- 4.5.18 Een systeem is pas echt dynamisch als de krachten die erop worden uitgeoefend ook werkelijk groot genoeg zijn om het materiaal te vervormen. Indien een systeem overgedimensioneerd is (zelfs met elastische materialen), zal het statisch van aard zijn omdat de erop uitgeoefende krachten te gering zullen zijn voor elastische vervorming van het materiaal.
- 4.5.19 Daarom mag de minimale breeksterkte van dynamische systemen de in tabel 2 vermelde waarden niet significant overschreden worden, om het risico van onverwachte schokbelastingen te vermijden.
- 4.5.20 De aangegeven minimale breeksterkte van het complete systeem moet gedurende de gehele levensduur in de boom (tot de vervaldatum) gehandhaafd blijven.
- 4.5.21 Er zijn verschillende manieren om dynamische systemen te gebruiken:

- **"breukpreventie"** systeem installatie met speling overeenkomstig met 4.5.12;
- **"schadepreventie"** systeem - installatie met meer speling om natuurlijke beweging mogelijk te maken en alleen te dienen om takken/stammen op te vangen als die het begeven. Er moet aandacht worden besteed aan de noodzakelijke breeksterkte van de materialen, aangezien een valfactor kan worden verwacht;

- **"Gevlochten systeem"** (zie figuur 13) - voor het vastzetten van boomtoppen of takken om te voorkomen dat delen daarvan op de grond vallen, in gevallen waarin er geen toereikend verankeringspunt is (zelf-rekkend systeem). Er moet aandacht worden besteed aan de vereiste breeksterkte van de materialen, aangezien een valfactor te verwachten is.



Figuur 13: Voorbeeld van een "gevlochten" systeem

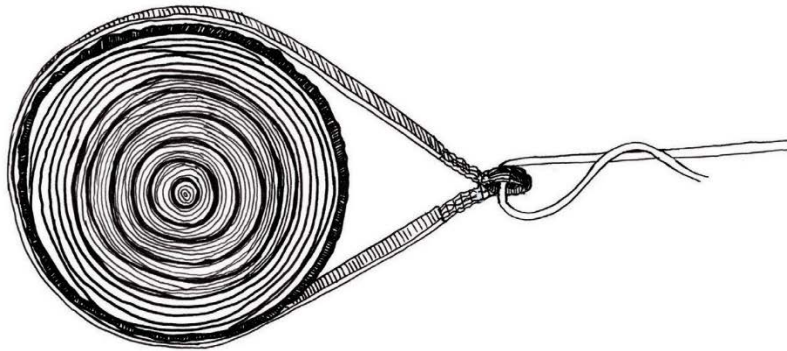
## 4.6 Statische kroonbeveiligingssystemen

4.6.1 Statische beveiligingssystemen kunnen in verschillende configuraties worden geïnstalleerd, waarbij gebruik wordt gemaakt van een verscheidenheid aan materialen<sup>7</sup>. Tabel 3 geeft een overzicht van de in de Europese landen gebruikte methoden. Er kunnen echter verschillen

zijn tussen de methoden waaraan in de verschillende landen/regio's de voorkeur wordt gegeven (zie de nationale bijlage):

Tabel 3a: Overzicht van statische kroonbeveiligingssystemen

Methode	Techniek	Voordelen	Nadelen
Synthetisch kabel	De synthetische en statische lijn is verbonden met een synthetische riem, die rond de tak of stam wordt gebonden. Dit mag alleen worden gebruikt als een tijdelijk stabilisatie systeem	<ul style="list-style-type: none"><li>Eenvoudige installatie.</li><li>Indien op de juiste wijze geïnstalleerd (juiste spanning/ beschermhuls/...), is de schade aan de boom minimaal. (vandalisme, eekhoorns,...)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>De lijn moet onder spanning worden geïnstalleerd, waardoor een strakke verbinding ontstaat tussen de riem en de tak. De kans is groot dat de riem snel in de stam/tak ingroeit en zo schade veroorzaakt.</li><li>De lijn kan schuren en op die manier beschadigd worden (vandalisme, eekhoorns,...)</li></ul>

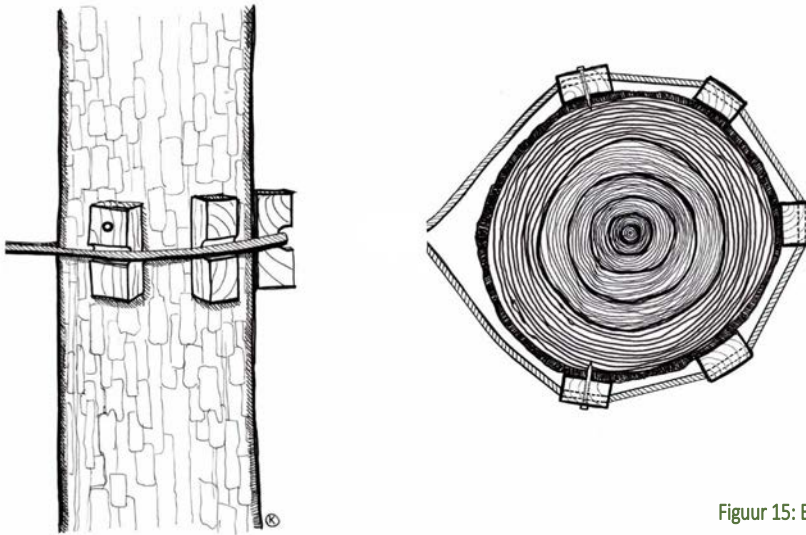


Figuur 14: Aansluiting van een statisch systeem met synthetisch kabel

<sup>7</sup> Bron: VETcert informatieblad, bewerkt.

Tabel 3b: Overzicht van statische kroonbeveiligingssystemen

Methode	Techniek	Voordelen	Nadelen
Kabel en klossen rondom de stam	Staalkabel verbindt takken en wordt om de klossen gespannen. Dit systeem wordt aanbevolen in gevallen waarin tak-/stamrot wordt verwacht op de plaats van installatie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indien correct geïnstalleerd (juiste spanning/vorm van de klossen/...), veroorzaakt het minimale schade aan de boom.</li> <li>Kan worden gebruikt op gedeeltelijk holle takken/stammen wanneer de restwand voldoende dik is.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moeilijk te installeren. Indien niet goed geïnstalleerd en gecontroleerd, kunnen klossen schade veroorzaken aan de stam/tak, of eruit vallen.</li> <li>Bij extreme wind kan de beweging van de takken de spanning op het systeem verminderen en kan de verbinding tussen kabel en klossen worden beschadigd.</li> </ul>



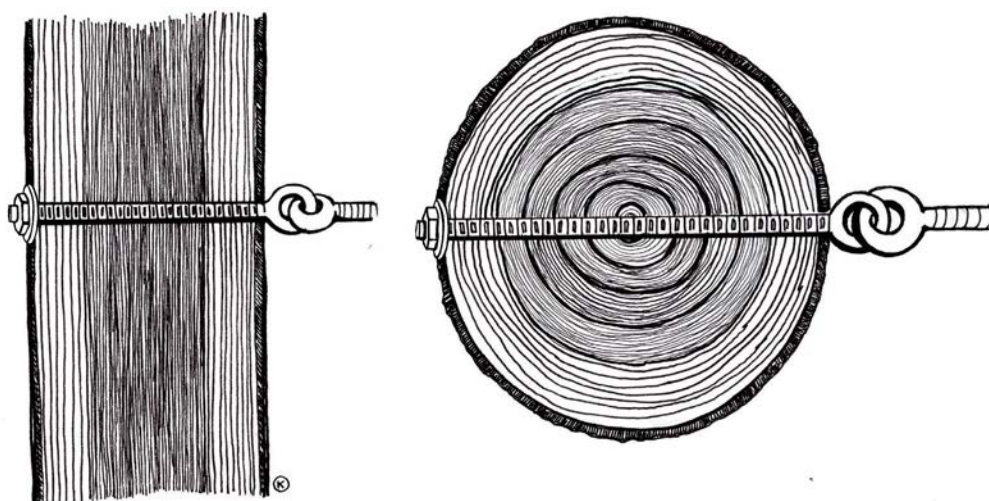
Figuur 15: Bevestiging van het kabel-en-klossen-systeem



Figuur 16: Aanbevolen manieren voor het installeren van het kabel-en-klossen systeem

Tabel 3c: Overzicht van statische kroonbeveiligingssystemen

Methodie	Techniek	Voordelen	Nadelen
Staalkabel verbonden met oogbouten of draadstang met oogmoeren die door de stam geboord zijn.	Door de tak/stam wordt een gat geboord dat precies in de lijn van de kabel ligt, waardoor een draadstang met oogbout wordt aangebracht, die wordt vastgezet met een sluitring en een moer. Aan de oogbout of oogmoer wordt een staalkabel bevestigd. Het knellen van de kabel op de plaats waar hij is bevestigd, wordt tegengegaan door een kabelkous. De beste manier is om een gat te boren van de dezelfde diameter als de geïnstalleerde draadstang/oogbout (niet groter) en om grote sluitringen te gebruiken, die contact maken met het spinhout (schors moet verwijderd worden).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen herinstallatie nodig.</li> <li>• Mogelijkheid tot integratie in beveiligde delen door diktegroei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschadigt rijkhout/kernhout en kan rotting veroorzaken of de ontwikkeling ervan versnellen.</li> <li>• Kan bij de installatie in dikkere takken/stammen meer vaardigheden en ervaring vereisen, omdat het gat in een rechte lijn dwars door de stam/tak moet geboord worden.</li> <li>• Kan niet worden geïnstalleerd wanneer er signalen van zwamaantastingen of holtes zijn.</li> </ul>



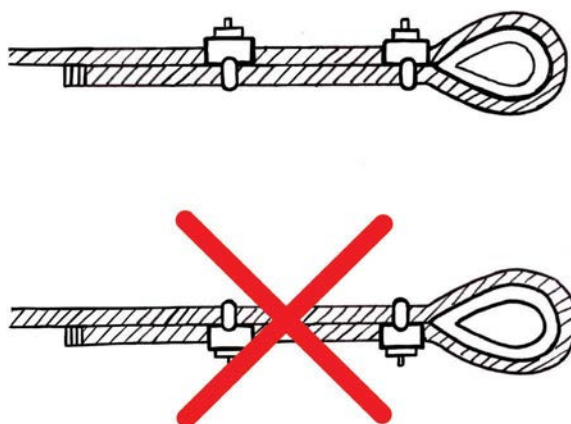
Figuur 17: Detail van het geboorde statische systeem

- 4.6.2 Alle last dragende onderdelen moeten voldoende minimale sterkte hebben om de gehele levensduur van het systeem mee te gaan.
- 4.6.3 De minimumsterkten voor statische systemen **8** zijn opgenomen in tabel 4.

Tabel 4: Voorgestelde minimale sterktes voor statische systemen

Diameter stammen/takken [mm]	Minimum breeksterkte [kN/t]
tot 400	40 kN (4 t)
400-600	80 kN (8 t)
600-800	160 kN (16 t)
meer dan 800	op maat gemaakte set-up voor elk individueel geval

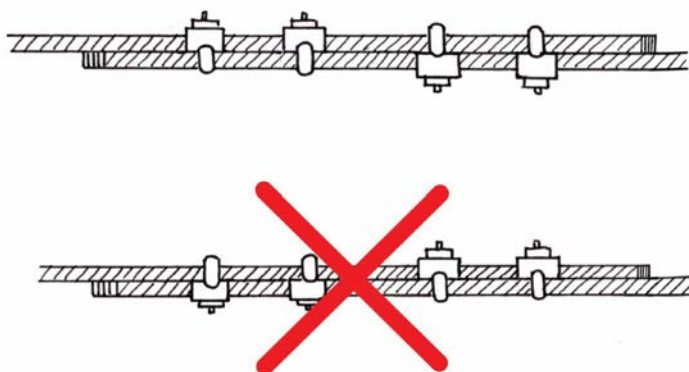
- 4.6.4 In sommige specifieke (ongebruikelijke) gevallen is een meer gedetailleerde krachtenanalyse aan te bevelen.
- 4.6.5 Aan de boomeigenaren/beheerders moet een schema worden verstrekt waarin alle gebruikte materialen en onderdelen worden vermeld.
- 4.6.6 Metalen materialen en onderdelen moeten corrosiebestendig zijn (minimaal verzinkt). Alle metalen materialen en onderdelen moeten van dezelfde metaalsoort zijn (geen mengeling van roestvrij staal/zink/staal), anders zullen elektrolytische corrosieproblemen optreden.
- 4.6.7 Staalkabels in de kroon mogen elkaar niet raken.
- 4.6.8 Elke staalkabel moet worden bevestigd met het juiste aantal kabelklemmen in de voorgeschreven opstelling (U-bout van de klem aan het dode uiteinde van de kabel en zadel van de klem aan het doorlopende uiteinde - zie fig. 19-20) en met het voorgeschreven koppel, zoals bepaald door de fabrikant. Het aandraaimoment van de klemmen moet worden gecontroleerd met een momentsleutel. Er kan ook gebruik worden gemaakt van passende beugelklemmen.



Figuur 18: Positie van de kabelgrepen voor het bevestigen van de kabel (het aantal kabelgrepen hangt af van de kabeldiameter)

Tabel 5: Aantal en afstand tussen de kabelklemmen naar gelang van de kabeldiameter. <sup>9</sup>

Kabeldiameter [mm]	Minimum aanbevolen aantal kabelklemmen	Aanbevolen afstand tussen kabelklemmen [mm]
6-7	2	120
8	3	133
9-10	3	165
11-12	3	178
13	3	292
14-15	3	305
16	3	305



Figuur 19: Positie van de kabelklemmen in een installatie met ronde kabels (het aantal kabelklemmen hangt af van de kabeldiameter)

- 4.6.9 Wanneer twee onafhankelijke doorlopende kabels (cirkelvormige installatie) worden verbonden, wordt het dubbele aantal kabelklemmen gebruikt dan wordt aanbevolen voor een gegeven kabelafmeting.
- 4.6.10 Indien sluitingen worden gebruikt, moeten deze van voldoende kwaliteit zijn (breuksterkte) en van een geschikte configuratie.
- 4.6.11 Synthetische kabels moeten worden bevestigd met het door de fabrikant aanbevolen slot.
- 4.6.12 De kabel mag de boom of geen enkel ander voorwerp raken, tenzij hij op een of andere manier beschermd is, b.v. met een buis/mantel of verbonden met een riem (met uitzondering van kabels die rechtstreeks door de stam gaan).
- 4.6.13 Voor systemen die door de stam worden geboord:
  - geboorde gaten mogen niet door takkragen gaan;
  - tussen de gaten die in dezelfde tak/stam worden geboord, wordt een verticale afstand van ten minste 50 cm aanbevolen om te voorkomen dat er tussen de gaten scheuren ontstaan.

4.6.14 Voor het kabel-en-klossen systeem:

- het systeem moet onder spanning worden geïnstalleerd om ervoor te zorgen dat de standen van de klossen vast blijven (om te voorkomen dat ze door de wind gaan hangen);
- bij de montage moet een afstand van ten minste 2 cm tussen het kabel en de stam worden aangehouden;
- klossen van hardhoutsoorten worden aanbevolen; zij moeten voldoende breed en lang zijn om overgroeien van de stam te voorkomen;
- de ruimte tussen de klossen moet groter zijn dan hun breedte (het optimum is 2 x hun breedte of meer);
- de vorm en het ontwerp van de klossen moeten voorkomen dat de kabel verschuift en eruit valt;
- de klossen die niet permanent onder spanning staan, d.w.z. de buitenste, moeten worden vastgezet.

<sup>9</sup> Bron: DIN EN 13411-5:2009-02: Eindverbindingen voor staalkabels - Veiligheid - Deel 5: U-bout staalkabelgrepen.

## 5. Bijhouden van registers, controles, onderhoud en vervanging

### 5.1 Inleiding

- 5.1.1 Elk verankeringsstelsel moet regelmatig worden geïnspecteerd op de door de fabrikant vastgestelde tijdstippen. Het schema voor inspecties en voor eventueel uit te voeren aanvullende werkzaamheden moet aan de boomeigenaar/beheerder worden verstrekt.

### 5.2 Bijhouden van gegevens

- 5.2.1 Om periodieke inspecties van stabilisatie systemen te vergemakkelijken en de maximale levensduur ervan te bewaken, moeten registers worden bijgehouden voor bomen met geïnstalleerde kroonbeveiligingssystemen.
- 5.2.2 Na de installatie moet de boomverzorger informatie over het geïnstalleerde systeem registreren en aan de eigenaar van de boom bezorgen. Deze informatie moet worden geüpload naar een informatiesysteem voor boombeheer.
- 5.2.3 De registratie van beveiligingssystemen moet de volgende informatie bevatten:
- locatie (boompositie);
  - installatiedatum;
  - reden voor de beveiliging (relevant biomechanisch kenmerk);
  - contactgegevens van de installerende arborist of het bedrijf;
  - voorgestelde inspectie-interval of -datum;
- 5.2.4 Het is raadzaam een boombeheer-informatiesysteem te gebruiken dat de registratie van routinematige controles en inspecties mogelijk maakt en een geautomatiseerde waarschuwing afgeeft voor het einde van de levensduur van het stabilisatie systeem.
- type stabilisatiesysteem (dynamisch, statisch, enz.);
  - hoogte (niveau) van de installatie;
  - merk en model van het stabilisatie systeem (handelsnaam), indien van toepassing;
  - nominale draagkracht (minimale breuksterkte) van het stabilisatie systeem;
  - aantal bindingen (kabel, kabel, bretels, rekvisieten enz.);
  - maximale levensduur van het systeem.

### 5.3 Basis inspectie

- 5.3.1 In het algemeen wordt een basisinspectie van een stabilisatie systeem (en een beveiligde boom) ten minste eenmaal per jaar uitgevoerd. Extra inspecties na uitzonderlijke gebeurtenissen (bv. zwaar weer, aardbeving, enz.) moeten worden overwogen. In sommige gevallen kunnen andere inspectieperiodes gelden.
- 5.3.2 De basisinspectie wordt gewoonlijk vanaf de grond gedaan, met een verrekijker, zonder naar de kruin te klimmen.
- 5.3.3 Het optimale tijdstip voor de basisinspectie is tijdens de rustperiode van de bomen (wanneer de bomen geen bladeren dragen).
- 5.3.4 De volgende parameters moeten ten minste worden gecontroleerd:
- breuken in systemen die overbelasting signaleren (indien aanwezig);
  - aanwezigheid van voldoende speling (in dynamische systemen);
  - status van de schokdemper (indien gebruikt);

- afwezigheid van speling of andere tekenen van verslapping van het systeem (in statische systemen);
- mate van ingroei;
- huidige status van het beveiligde bio-mechanische kenmerk;

- in dynamische systemen: bevestiging dat het uiteinde van de lus nog steeds bruikbaar is, met inbegrip van de mogelijkheid om het systeem los te maken om de groei van de boom te volgen (geen spanning in het systeem, aanwas van de lus, enz.)
- scherpe hoek van het kabel dat de lus aangaat (indien van toepassing).

## 5.4 Gedetailleerde inspectie

- 5.4.1 Een gedetailleerde inspectie van het stabilisatie systeem wordt uitgevoerd volgens de instructies van de fabrikant, ten minste om de vijf jaar (of op basis van instructies van de installateur en/of de inspecteur, indien deze korter zijn). Daarnaast kan een gedetailleerde inspectie op verzoek worden uitgevoerd, indien er problemen worden geconstateerd.
- 5.4.2 Een gedetailleerde inspectie omvat een nauwkeurig onderzoek van het systeem ter plaatse vanuit de lucht.
- 5.4.3 Een gedetailleerde inspectie omvat een controle van de in punt 5.3.4 genoemde parameters en het bijstellen (opnieuw positioneren) of losmaken van delen van het stabilisatie systeem, indien nodig, om rekening te houden met de groei van de bomen.

- 5.4.4 Een gedetailleerde inspectie omvat niet het vervangen van een stabilisatie systeem of onderdelen daarvan.
- 5.4.5 Het verdient aanbeveling de gedetailleerde inspectie van boomstabiliteitssystemen te combineren met eventueel lopend kroononderhoud (snoeien enz.) overeenkomstig de specificatie in het boombeheersplan.
- 5.4.6 Een gedetailleerde inspectie omvat het maken van foto's van de belangrijkste dragende elementen van het stabilisatie systeem.

## 5.5 Vervanging

- 5.5.1 De verankering systemen moeten worden vervangen:
- na het bereiken van hun maximale levensduur zoals gedefinieerd door de fabrikant;
  - als er schade is aan de dragende delen;
  - als de structurele conditie van de boom aanzienlijk is veranderd;
  - na het falen van een belangrijk deel van de boom;
  - na overbelasting van het verankeringsysteem (sommige modellen bevatten een signaleringssysteem voor overbelasting, b.v. een gekleurde draad met een lagere breeksterkte).
- 5.5.2 In geval van vervanging moet dezelfde aanpak worden gevolgd als bij een nieuwe installatie, met inbegrip van een algehele boombeoordeling.
- 5.5.3 Als een stabilisatie systeem wordt verwijderd dat in de boom is ingegroeid, moet ervoor worden gezorgd dat de boom niet wordt beschadigd door deze delen te verwijderen.

- 5.5.4 Indien een dynamisch systeem met speling (niet onder spanning) moet worden vervangen, dient dit in onderstaande volgorde te geschieden:
- snoeien van de boom, indien nodig;
  - het nieuwe systeem installeren;
  - het oude systeem verwijderen.
- 5.5.5 Indien een dynamisch systeem onder spanning moet worden vervangen, moet dit, na evaluatie van de gewijzigde verdeling van de belasting, in onderstaande volgorde gebeuren:
- snoeien van de boom, indien nodig;
  - installeren van een back-up systeem (tijdelijke voorgespannen statische verbinding);
  - verwijder het oude systeem;
  - laat het back-up systeem langzaam los met zorgvuldige controle van de beweging van het defect;
  - het nieuwe systeem installeren.



5.5.6 Indien een dynamisch systeem door een statisch systeem moet worden vervangen, dient dit in onderstaande volgorde te geschieden:

- snoeien van de boom, indien nodig;
- installeren van een back-up systeem (indien onder spanning);
- installeren van het nieuwe statische systeem;
- verwijderen van het oude (dynamische) systeem;
- vrij geven van het back-up systeem.

5.5.7 Indien een statisch systeem moet worden vervangen, dient dit in onderstaande volgorde te gebeuren:

- meet de spanning op de te vervangen kabel met een tensiometer<sup>10</sup> om het juiste vervangingsysteem te kiezen en om uit de kracht die nodig is om de bestaande te verwijderen;
- snoeien van de boom, indien nodig;
- beoordeel of een extra dynamisch systeem nodig is (ook al is het tijdelijk) om de indirecte effecten (concentratie van mechanische spanning op nieuwe punten) te verminderen;

- installeer een back-up systeem;
- Installeren van het nieuwe statische systeem. Wanneer gespannen kabels worden vervangen, moeten zij zo dicht mogelijk bij het origineel liggen, zowel wat hun positie in de boom als wat de uitgeoefende spanning betreft. Een plotselinge verandering in de biomechanica van de boom kan leiden tot nieuwe spanningen en een toename, althans tijdelijk, van de kans op falen;

- Verwijderen van het oude systeem;
- het back-up systeem vrij te geven.

5.5.8 Het wordt niet aanbevolen om bijkomende boomstabiliteitssystemen te vervangen of te installeren zonder de oude te verwijderen, tenzij u een nieuwe (aankomende) biomechanische zwakte van de boom aanpakt.

 <sup>10</sup> Het meten van de spanning in de kabel kan in bepaalde gevallen worden vervangen door het exact meten van de lengte van de kabel.

### 6.1 Inleiding

- 6.1.1 Boomstabilisatie is een zeer gespecialiseerde activiteit die goed moet worden gepland en uitgevoerd en regelmatig moet worden gecontroleerd. Dit hoofdstuk behandelt de bijkomende aspecten bij boomstabilisatie, die een invloed kunnen hebben op de omgeving en naburige individuele bomen.

### 6.2 Effect op de bodem

- 6.2.1 Bij werkzaamheden voor boombeveiliging moet rekening worden gehouden met het effect op de bodemkwaliteit, die van essentieel belang is voor de gezondheid van de bomen, tijdens de gehele operatie, met inbegrip van het beheer van het afval.
- 6.2.2 Bodemverdichting en bodemaantasting moeten worden vermeden of, als zij niet kunnen worden vermeden, worden beperkt.
- 6.2.3 Om verdichting en aantasting van de bodem te voorkomen, moet het volgende zorgvuldig worden gepland:
- toegang naar en van het werkterrein;
  - plaats van vullocatie voor gereedschap (indien van toepassing);
  - parkeren/positioneren van uitrusting (truck, aanhangwagens enz.) en met name het positioneren van hoogwerkers, indien van toepassing.
- 6.2.4 Om bodemverdichting en -schade te voorkomen kan het nodig zijn de timing van de werkzaamheden (b.v. buiten het natte seizoen) of het werkplan (b.v. het gebruikte type hoogwerker) te wijzigen.

### 6.3 Gevolgen voor naburige bomen

- 6.3.1 Wanneer boomwerkzaamheden worden gepland, moet rekening worden gehouden met het effect op naburige bomen. Andere bomen mogen geen negatieve gevolgen van de beveiligingsmaatregelen ondervinden, bijvoorbeeld door een onaanvaardbare wijziging in de verdeling van de windbelasting.
- 6.3.2 Met dit effect moet vooral rekening worden gehouden wanneer omringende bomen worden gebruikt om de boom in kwestie te stabiliseren, of wanneer beveiligingssystemen met ondergrondse funderingen (b.v. stutten) worden geïnstalleerd.
- 6.3.3 Als het effect op naburige bomen niet kan worden vermeden, moeten er mitigerende maatregelen worden genomen.

## REFERENTIES

- Ball, J., Konda, T., 2000. Cobra: An Examination of an Alternative Tree Support System. *Tree Care Industry Magazine* (March): 8-16
- Bethge, K.C., Mattheck, C., Schröder, K., 1994. Dimensionierung von Kronensicherungssystemen ohne Windlastabschätzung. *Das Gartenamt* (4) S. 257-259
- Dahle, G., James, K., Kane, B., Grabosky, J., Detter, A., 2017: A review of factors that affect the static load-bearing capacity of urban trees. *Arboriculture and Urban Forestry*, 43(3), 89-106.
- DIN-German Institute for Standardization, 2009. DIN EN 13411-5: Terminations for steel wire ropes – Safety – Part 5: U-bolt wire rope grips.
- James, K.R., 2002. An engineering study of tree cables. *Arborist News* (4), 35-39.
- Kane, B., Ryan, D., 2002. Discoloration and decay associated with hardware installations in trees. *Journal of Arboriculture*, 28(4), 187-193.
- Kolařík, J., et al., 2003. Péče o dřeviny rostoucí mimo les I., Český svaz ochránců přírody, Vlašim
- Kolařík, J., Ambros, A., Borský, J., Bulíř, P., Jašková, V., Ledvina, P., Praus, L., Růžička, P., Skotnica, J., Šarapatka, T., Vojáčková, B., 2019. Arboricultural Standard: “Crown Security System”. Nature Conservation Agency of the Czech Republic.
- Lonsdale, D. 1999. Principles of Tree Hazard Assessment and Management. Arboricultural Association, ISBN: 9780900978579
- Reiland, Mark, Brian Kane, Yahya Modarres-Sadeghi, and H. Dennis P Ryan. 2015. “The Effect of Cables and Leaves on the Dynamic Properties of Red Oak (*Quercus Rubra*) with Co-Dominant Stems.” *Urban Forestry and Urban Greening* 14(4): 844–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.08.010>.
- Schröder, K., 1998. Kronensicherung mit “Doppelgurtsystem Osnabrück” – Entwicklungen und Erfahrungen seit 1990. In *Jahrbuch der Baumpflege* 1998, 170-183.
- Schröder, K., 2002. Die Auffangsicherung – integrales Element der Kronensicherung. *grünFORUM.LA* 9, S. 18- 21.
- Shigo, A.L., 1991. *Modern Arboriculture: A Systems Approach to the Care of Trees and Their Associates*. Shigo and Trees. ISBN: 9780943563091
- Sinn, G., 2009. *Baumkronensicherungen*. Stuttgart : Ulmer
- Smiley, E.T., 2003. Does included bark reduce the strength of codominant stems? *Journal of Arboriculture* 29, 104–106.
- Smiley, E.T., Kane, B., 2006. The effects of pruning type on wind loading of *Acer rubrum*. *Arboric. Urban For.* 32, 33–40.
- Smiley, E.T., Lilly, S., 2007. *Best management practices: Tree support systems: Cabling, Bracing and Guying*. Champaign IL: International Society of Arboriculture.
- Stobbe, A., Dujesiefken, D., Schröder, K., 2000. Tree Crown Stabilization with the double-belt system Osnabrück. *Journal of Arboriculture* 26 (5): 270-274
- VETcert working group, 2019. Cable bracing, propping and related techniques – Fact sheet available at <https://www.vetcert.eu/node/63>.
- Wessolly, L., Erb, M., 2014. *Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle*. Berlin; Hannover: Patzer.
- Wessolly, L., Vetter, H., 1998. Tips und Tricks bei der Kronensicherung von Bäumen. *Neue Landschaft* 43 (10): 747-750.
- ZTV-Baumpflege, 2017: Zusätzlich Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege, 6. Ausgabe, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL), Bonn, 82 S., english version: Additional Technical Terms of Contract and Guidelines for Tree Care, 88 pages.

## AFKORTINGEN

CE	Conformité Européenne (administratieve markering die aangeeft dat de producten die binnen de Europese Economische Ruimte worden verkocht, voldoen aan de normen inzake gezondheid, veiligheid en milieubescherming.)
EAC	European Arboricultural Council
EAS	European Arboricultural Standards
ETT	European Tree Technician
ETW	European Tree Worker
EU	European Union
GDPR	Algemene verordening gegevensbescherming
ISA	International Society of Arboriculture
MEWP	Mobiele hoogwerker
PBM	persoonlijke beschermingsmiddelen
TeST	Technical Standards in Treework
VETcert	Veteran Tree Certificatie programma

	ČSOP Arboristická akademie	Sokolská 1095, 280 02 Kolín 2 Tsjechische Republiek	<a href="http://www.arboristicaakademie.cz">www.arboristicaakademie.cz</a>
	Natuurinvest	Havenlaan 88 bus 75 1000 Brussel, België	<a href="http://www.inverde.be">www.inverde.be</a>
	Instytut Drzewa Sp. z o.o.	ul. Obozna 145, 52- 244 Wrocław Polen	<a href="http://www.instytut-drzewa.pl">www.instytut-drzewa.pl</a>
	Europese Raad voor de Boomkwekerij e. V. (EAC)	Haus der Landschaft Alexander-von-Humboldt -Str. 4 D-53604 Bad Honnef, Duitsland	<a href="http://www.eac-arboriculture.com">www.eac-arboriculture.com</a>
	Silvatica s.a.s.	Via Solferino, 7 I - 31020 Villorba, Italië	<a href="http://www.silvatica.com">www.silvatica.com</a>
	Boomtotaalzorg B V	Lange Uitweg 27 3998 WD Schalkwijk Nederland	<a href="http://www.boomtotaalzorg.nl">www.boomtotaalzorg.nl</a>
	Doctorarbol	Carrer Solsones 4 Igualada, Spanje	<a href="http://www.doctorarbol.com">www.doctorarbol.com</a>
	SIA LABIE KOKI eksperti	"Annas koku skola", Klīves, Babītes pag., Babītes nov., LV-2107 Letland	<a href="http://www.labiekoki.lv">www.labiekoki.lv</a>
	Likabels Centrum voor Boomkwekerij	M.K. Čiurlionio g. 110, LT-03100 Vilnius, Likabels	<a href="http://www.arboristai.lt">www.arboristai.lt</a>
	ISA Slovensko	Brezová 2 921 77 Piešťany, Slowaakse Republiek	<a href="http://www.isa-arbor.sk">www.isa-arbor.sk</a>
	Institut für Baumpflege	Brookkehre 60, D-21029 Hamburg, Duitsland	<a href="http://www.institut-fuer-baumpflege.de">www.institut-fuer-baumpflege.de</a>
	Urbani šumari d.o.o.	Prudi 25a 10 000 Zagreb, Kroatië	<a href="http://www.urbani-sumari.hr">www.urbani-sumari.hr</a>