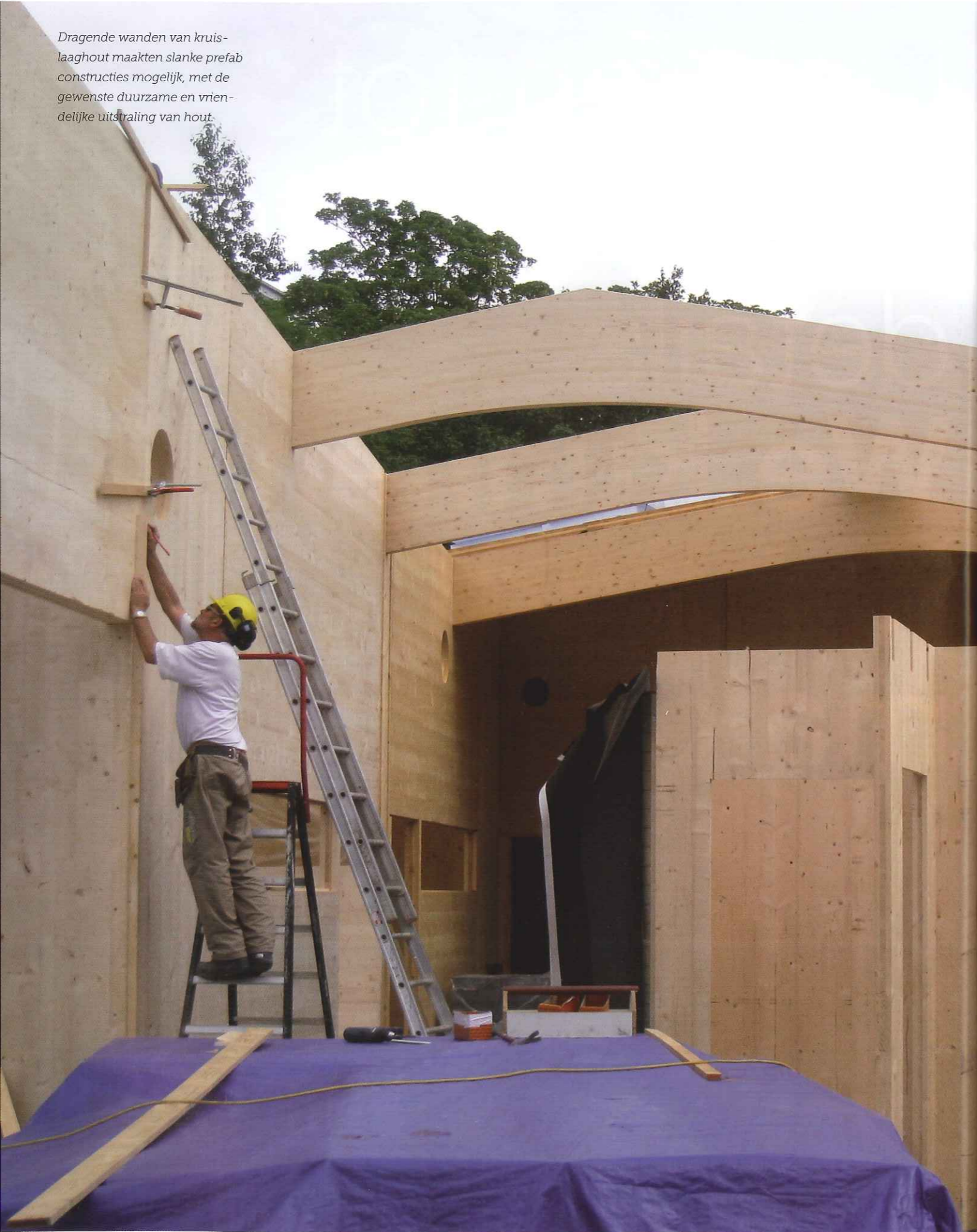


Dragende wanden van kruislaaghout maakten slanke prefab constructies mogelijk, met de gewenste duurzame en vriendelijke uitstraling van hout.



## Kruislaaghout maximaal benut

Op aangeven van bouwer EBU is vrije school De Kleine Prins uitgevoerd in kruislaaghout, in plaats van houtskeletbouw. Constructieadviseur Lüning benutte de mogelijkheden daarvan maximaal en wist de verbindingen grotendeels onzichtbaar te houden.



Vrije school De Kleine Prins

// Locatie: Torontostraat, Doetinchem

// Opdrachtgever: St. Vrijescholen Athena

// Bouwperiode: maart 2011 – oktober 2011

TRAJECT Vastgoed Advies Groep kreeg van het bestuur van de Stichting Vrijescholen Athena de volledige opdracht voor het realiseren van een nieuw gebouw voor De Kleine Prins in Doetinchem. Vanaf het begin stond duurzaamheid daarbij hoog in het vaandel, vertelt projectmanager Guido Hermans van TRAJECT, welke tevens als installatie- en kostenadviseur optrad en Mies Architectuur inschakelde voor het ontwerp. Vanuit het gedachtegoed van de Vrije School koos Mies Architectuur voor veel natuurlijke materialen en vrijere vormen. Aan de binnenzijde vertaalde zich dat in houten wanden.

### Sneller bouwen

Na de aanbesteding op basis van het definitief ontwerp werd bouwer EBU leading in het engineeringsproces. Die stelde voor om de houten wanden niet uit te voeren in houtskeletbouw met houten beplating, maar om te kiezen voor kruislaaghout. Dat zou veel handelingen op de bouw schelen. "Financieel bleek dat weinig verschil te maken. Maar we konden wel sneller bouwen en eerder met de afbouw starten", vertelt Marcel Godschalk van EBU. Daarbij heeft dit product het PEFC-keurmerk en zijn alle onderlinge knooppunten perfect op elkaar afgestemd. Het voorstel werd dan ook direct door alle partijen omarmd, waarna de detaillering en houtconstructie verder werden uitgewerkt.





1 // Door het kruislaaghout konden de meeste kolommen vervallen. Die staan nog alleen daar waar de gevelopeningen doorlopen tot de dakrand. 2 // Toiletten en andere voorzieningen zijn als losse interieurelementen in de gangzone geplaatst. 3 // In de puien zijn Plato-wood en gekleurde stroken Trespa toegepast. De gevel valt vooral op door de gebruikte steen. Dit is een nieuw product van Daas Baksteen, genaamd DuecoPanel, met het uiterlijk van boomschors. Het is een keramische steen van 20 cm hoog en 30, 40 of 50 cm lang. De verschillende bloklengtes zijn in wild verband verwerkt. Doordat gekozen is voor lijmen, is geen voeg zichtbaar. Het blok is slechts 70 mm dik en is hol. Dat scheelt 55 procent materiaal vergeleken met traditioneel metselwerk. Daarbij zet Daas bij zijn productie in op duurzame energie en technieken.

4 // De lokalen van de school zijn op het noorden gesitueerd; de gangzone aan de zuidzijde fungeert als warmtebuffer. De lokalen hebben grote ramen op het noorden. Aanvullend zijn Solarspots toegepast in combinatie met daglichtgerегelde tl-verlichting. Voor een gezond klimaat is in scholen veel ventilatie nodig. Om dat duurzaam te doen, is gekozen voor aanvoer van lucht via een bodemwisselaar, die in de winter de lucht voorverwarmt en in de zomer juist koelt. De lucht wordt CO<sub>2</sub>-gestuurd afgezogen. Verwarming en koeling wordt gedaan middels een warmtepomp met bodemcollector.



### Kozijnloos

In de detaillering bleek het met dit materiaal zelfs mogelijk om deurkozijnen volledig weg te laten en de deuren te laten draaien in een sponning die rechtstreeks in het hout is aangebracht. Ook de dagkanten van de kozijnen zijn zoveel mogelijk onafgewerkt gebleven. Dergelijke detailleringen stelden echter wel esthetische eisen aan de kopse kant van de elementen. "Het aanzicht daarvan is sterk afhankelijk van de methode die wordt gebruikt bij de productie van de elementen", vertelt Emil Lüning van Adviesbureau Lüning, dat niet alleen de houtconstructie berekende maar ook 3D uitstekende tot op werktekeningniveau. Vanwege de esthetische eisen viel de keuze op kruislaaghout van Kaufmann uit Oostenrijk. Dit hout onderscheidt zich tevens doordat het wordt samengesteld met gezaagde, ongeschaafde planken. "In de industriële, ongeschuurde vorm geeft dat een bepaalde tekening." Daarbij was het wat ruwere uiterlijk van de industriële vorm ook beter geschikt voor een school, doordat beschadigingen hierop minder opvallen dan bij de wonen-vorm. Alle hout is in principe onbehandeld toegepast. Wel zijn de wanden tot op een hoogte van 1,8 meter behandeld met lijnolie om vervuiling te voorkomen.

### Dragende wanden

Door te werken met kruislaaghout konden de binnenspouwbladen en de binnenwanden dragend worden uitgevoerd. Kolommen onder de gelamineerde dakspanten konden zo vrijwel overal achterwege blijven. "Voordeel van kruislaaghout is dat het boven een raamsparing werkt als een horizontale ligger, die voldoende sterk kan zijn om een dakspant te dragen." Er waren alleen nog enkele kolommen nodig op die plekken waar de gevel over vrijwel de gehele hoogte open is.

### Zadeldak

Een belangrijk zichtbaar element van de duurzaamheid is het mossedumdak. Om dat zichtbaar te maken heeft architect Anke Janssen-Groesbeek van Mies Architectuur gekozen voor een zadeldak, met een noklijn die schuin over het gebouw heen loopt. Voordeel van deze dakvorm is ook dat er extra hoogte ontstaat in de lokalen, wat gunstig is voor het klimaat. Verlaagde plafonds zijn achterwege gelaten. De kanalen voor de ventilatie zijn daardoor in het zicht gehouden. Het dakbesot (98 mm dik) is volledig uitgevoerd in hetzelfde kruislaaghout als de wanden. Dit kan grote overspanningen maken en ligt in een drieveldoverspanning op van spant naar spant, waardoor geen gordingen nodig waren. Ook kan het kruislaaghout probleemloos de overstekken in twee richtingen vormen. De verschillende elementen zijn onderling verbonden met een halfhoutse overlap met schroeven erdoorheen. Die verbinding verzorgt de schijfvorming in het dak, waardoor verder geen windverbanden nodig waren. Ter plaatse van de schuine noklijn sluiten de elementen koud op elkaar aan. Doordat alles 3D is uitgetekend is deze aansluiting echter zeer strak. Ook dat is een groot voordeel van kruislaaghout: doordat het hout in verschillende richtingen op elkaar is gelijmd zit er vrijwel geen werking in het materiaal en is het tot op de millimeter nauwkeurig te prefabriceren.

### Oplegging op schroefkoppen

De gelamineerde dakspanten hebben een tussensteunpunt in de binnenwand. Hiervoor zijn sparingsen gemaakt in de binnen-

wanden, waar de spanten tot op de millimeter nauwkeurig in passen. Het oplegvlak is echter slechts 100 x 100 mm, wat te weinig is voor de belasting die moet worden afgedragen. Het hout zou daardoor worden ingedrukt. Omdat Lüning geen staalplaten in het zicht wilde, heeft hij gekozen voor een bijzondere oplossing: zowel in het oplegvlak van de wand als in het raakvlak van het spant zijn vier lange Spax veldraadschroeven aangebracht. De koppen van deze schroeven liggen boven elkaar en vormen samen een stalen oplegvlak. De lengte en dikte van de veldraadschroeven zijn zo berekend dat de schroefdraad alle belasting kan overbrengen van hout naar schroef en vervolgens weer van schroef naar hout. Deze methode is ook toegepast bij de oplegging van dakspanten op de kolommen. De kolommen zelf zijn op knik berekend, maar lopen aan de bovenzijde taps toe om mooi aan te sluiten op de 100 mm brede spanten. De liggers zijn vervolgens met twee lange houtschroeven van bovenaf op de kolom vastgezet, waardoor ze niet kunnen kantelen.

### Schuine schroeven

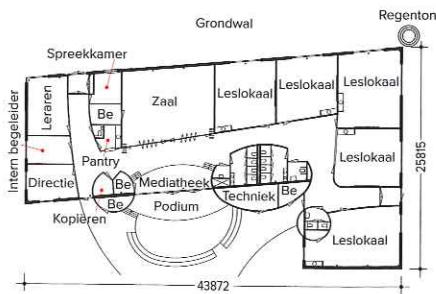
De dakspanten eindigen tegen de houten binnenspouwbladen. Aan de buitenzijde zijn de spanten verlengd met klossen om het dakoverstek te dragen. De spanten in één keer door laten lopen naar buiten was namelijk op een aantal plekken niet mogelijk, omdat dit de horizontale ligger boven raamsparingen zou doorsnijden. Deze verbinding tussen dakspant en houten gevelvlak is eveneens onzichtbaar uitgevoerd. Hiervoor zijn vanaf de buitenzijde van de houten wand Spax veldraadschroeven onder 45° (naar onder gericht) in de kopse kant van het spant gedraaid. Zo'n verbinding met een op trek belaste schroef is circa acht keer zo sterk als een op dwarskracht belaste (rechte) stift. De afschuifkracht wordt nu namelijk ontbonden in een trekkracht op de schroef en een drukkracht tegen de wand aan. De schroef wordt niet op buiging belast.

### Nokversterking

Door de schuine lijnen in de plattegrond, varieert de positie van het tussensteunpunt onder de dakspanten. Waar het steunpunt ver uit de nok van het spant staat, worden de krachten in die nok te groot, waardoor het hout zou gaan splijten. Om dat te voorkomen zijn (fabrieksmatig) vanaf de bovenzijde lange Spax veldraadschroeven in het hout gedraaid. De hele montage van het houtcasco heeft EBU zelf uitgevoerd. Het bedrijf deed daar 12 dagen over en verwerkte in die tijd ruim 7000 schroeven, van 15 cm tot 1 meter. Die schroeven zijn niet voorgeboord. Het is namelijk deels de houtverdringing bij het indraaien die de verbinding haar sterkte geeft. De gebruikte Spax schroeven hebben een boorkop, een geribbelde schroefdraad en teflon bekleding om soepel in te draaien. De schroeven zijn voorzien van een torx-kop en zijn van hoge staalkwaliteit vanwege de torsiekracht bij het indraaien.

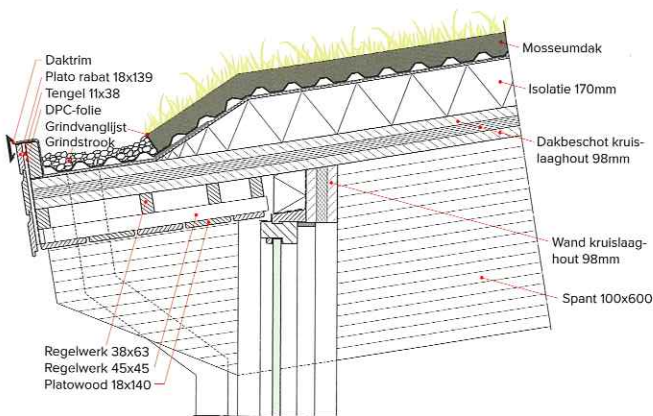


**Projectgegevens** // **Locatie:** Torontostraat, Doetinchem // **Opdrachtgever:** Stichting Vrijescholen Athena, Deventer // **Gedelegeerd opdrachtgever, directie en toezicht en installatieadviseur:** TRAJECT Vastgoed Advies Groep, Zevenaar, traject.com // **Ontwerp:** Mies Architectuur, Ede, miesarchitectuur.nl // **Constructieadviseur onderbouw:** F. Wiggers Ingenieursbureau, Varsseveld, fwiggers.nl // **Constructieadviseur bovenbouw:** H.E. Luning Adviesbureau voor technische houtconstructies BV, Doetinchem, luning.nl // **Uitvoering:** Bouwbedrijf EBU Doetinchem BV, Doetinchem, ebu.nl // **Installateur:** Van Dorp Installaties, Zevenaar, vdi.nl // **Kruislaaghout:** Mayr-Melnhof Kaufmann Gaishorn GmbH, Oostenrijk, mm-kaufmann.com // **Gelamineerde spanten:** Mayr-Melnhof Kaufmann Reuthe GmbH, Duitsland, mm-kaufmann.com // **Gevelsteen:** Daas Baksteen, Azewijn, daasbaksteen.nl // **Bouwperiode:** maart 2011 – oktober 2011

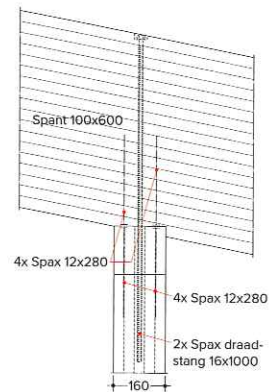


PLATTEGROND

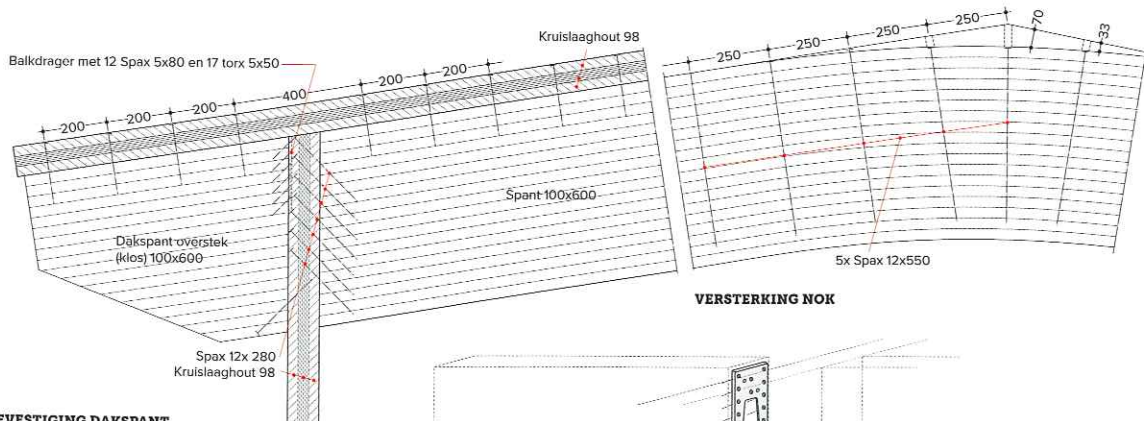
1:750



DAKDETAIL

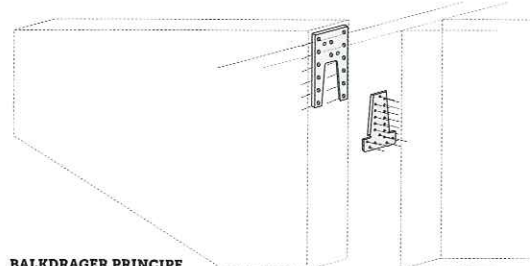


OPLEGGING SPANT OP KOLOM



BEVESTIGING DAKSPANT

VERSTERKING NOK



BALKDRAGER PRINCIPE

1:20