

**4591 Notitie 01A – Technisch onderbouwing funderingssysteem
The Modernist**Datum: **11-02-2022**

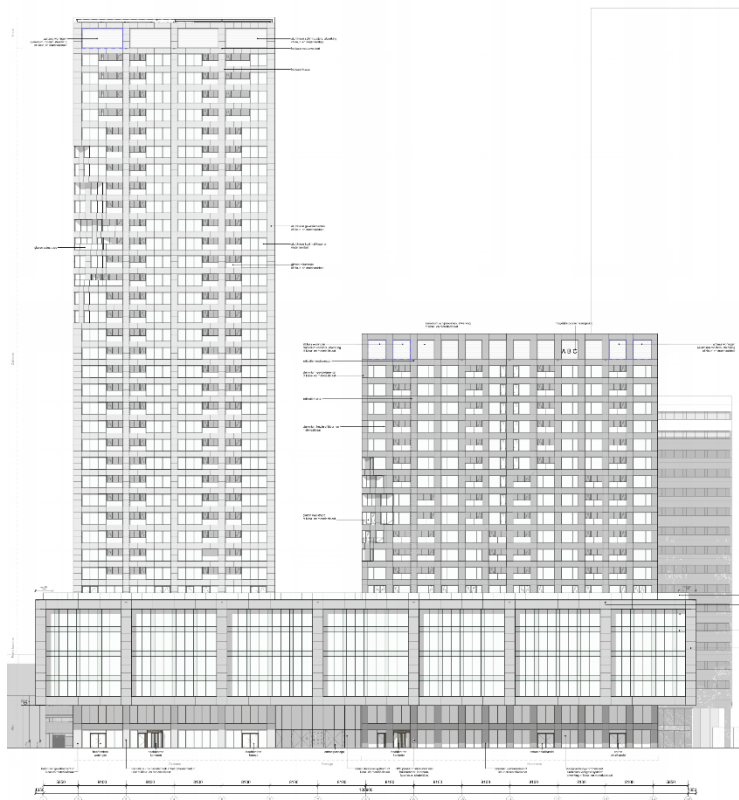
opsteller:

gecontroleerd:

Inleiding

Voor het project The Modernist heeft IMd Raadgevende Ingenieurs het constructief ontwerp gemaakt, waaronder het ontwerp voor de fundering. Geomet is betrokken als geotechnisch adviseur van het project.

Het project bestaat uit 2 woontorens, de Noordtoren en Zuidtoren van resp. 70 meter en 125 meter hoog. De torens zijn d.m.v. een 25 meter hoge kantoorplint met elkaar verbonden. Onder het gebouw komt een 1 - laagse kelder. Op de locatie is een bestaand gebouw met een kelder aanwezig.



Voor het funderen van de torens is het noodzakelijk om een aantal palen te heien i.p.v. te boren. Deze notitie geeft een technische onderbouwing voor de noodzaak daartoe.

Ontwerpaspecten

Tijdens het ontwerpproces zijn verschillende varianten voor de fundering onderzocht. Er is daarbij gekeken naar een funderingsniveau van 27 m -NAP en een funderingsniveau van 60 m -NAP. Onderzoek naar de gebouwzettingen tussen de beide torens en tussen The Modernist en de omgeving heeft aangetoond dat het niet nodig is het diepe funderingsniveau van 60 m- NAP te hanteren.

Om tot het uiteindelijke ontwerp van de gekozen fundering te komen spelen een aantal facetten een grote rol. Het gaat daarbij om het draagvermogen van de palen, de aanwezigheid van bestaande palen, de diepte van de bouwput met de invloed daarvan op de bemaling en de damwand.

Paal draagvermogen

Voor het funderingsniveau van 27 m -NAP heeft Geomet een funderingsadvies opgesteld. Met de grootst mogelijk te heien paal, een vibro-combipaal met een schachtafmeting van $\varnothing 610$ mm en een punt van $\varnothing 710$ mm, is een draagvermogen beschikbaar van 4.700 kN. Ook is gekeken naar de grootst mogelijk te heien prefab palen van vierkant 500 mm. Met deze paalafmeting is de draagkracht echter aanzienlijk minder. Dit type paal wordt daarnaast niet geadviseerd vanwege de grote kans op paalbreuk tijdens het heien.

Voor een geboorde paal met schachtafmeting van $\varnothing 530$ mm en een puntafmeting van $\varnothing 670$ is het draagvermogen 3.000 kN. Een grotere afmeting van een geboorde paal levert geen hoger draagvermogen op door de aanwezigheid van grillige grondlagen onder het paalpuntniveau. Een geheide vibro-combi paal heeft op deze locatie dus een veel groter draagvermogen dan een geboorde paal.

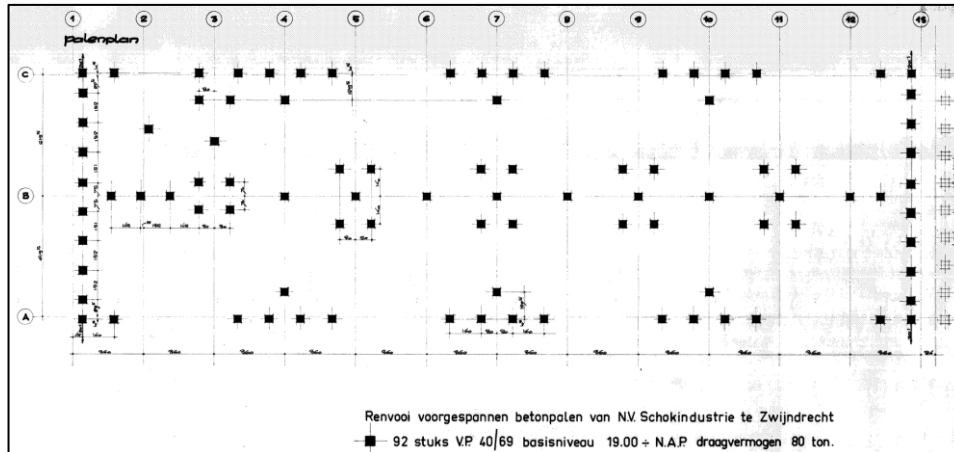
Het diepere funderingsniveau van 60 meter kan bereikt worden met geboorde palen met een schachtafmeting van $\varnothing 762$ mm en een puntafmeting van $\varnothing 950$ mm. De draagkracht van deze palen is dan 9.750 kN.

Bestaande palen

Op de locatie staat een gebouw dat zal worden gesloopt. De oude prefab beton palen met verzwaarde voet van het gebouw blijven achter in de grond. De nieuwe palen moeten zo geplaatst worden dat de bestaande palen niet geraakt worden. Het wordt geadviseerd om de bestaande palen niet te trekken gezien de grote risico's van het afbreken van palen en op het verstoren van de verschillende grondwaterlagen waartussen "kortsluiting" kan ontstaan.

Onderzoek is gedaan of de bestaande palen hergebruikt kunnen worden voor de nieuwbouw. Hieruit komt naar voren dat hergebruik van de palen geen optie is. De draagkracht van de bestaande palen volgens de archieftekeningen is slechts 800 kN. Daarnaast staan de bestaande palen op een veel hoger paalpuntniveau dan de nieuw te maken palen,

19 m -NAP t.o.v. 27 m -NAP. De h.o.h. afstand van de nieuwe palen t.o.v. de bestaande palen dient dan minimaal 4,5 meter ($3xD + 3xd$) te zijn om geen negatieve invloed te hebben op de draagkracht van de bestaande palen. Deze ruimte is niet aanwezig. Een combinatie van hergebruik van de bestaande palen met nieuw te maken palen is dan ook niet mogelijk.



Afbeelding archieftekening palenplan

Diepte van de bouwput.

De diepte van de bouwput is maatgevend voor de bemaling en de damwanden. Om een spanningsbemaling in de grote bouwput te voorkomen, kan de dikte van de keldervloer maximaal 1,0 meter zijn. Een langdurige spanningsbemaling die benodigd is bij zo'n grote bouwput heeft grote invloed op de grondwaterstand/stromingen en vormt daardoor een potentieel risico voor de omgeving.

De grens van het ontgravingsniveau van de bouwput voor het toepassen van een spanningsbemaling is ook de grens voor de damwanden tussen het toepassen van een enkel stempelraam en een dubbel stempelraam.

Een diepere bouwput geeft meer risico op horizontale grondverplaatsing rondom de bouwput wat invloed kan hebben op bestratingen, kabels & leidingen en de belendingen. Met de Weenapoint parkeergarage op een afstand van ca. 3 meter vanaf de damwand en de vele kabels en leidingen onder de stoep van het Kruisplein is dat zeer onwenselijk.

Onderzochte varianten

De funderingsvarianten zijn onderzocht voor alleen de Zuidtoren. De Noordtoren kan volledig uitgevoerd worden met 252 geluidarme boorpalen en een maximale vloerdikte van 1,0 meter. Voor de Zuidtoren is vanwege de gebouwhoogte een veel hoger draagvermogen benodigd.

Funderingsniveau 27 m -NAP met geheide palen

Voor deze variant zijn onder de Zuidtoren 184 palen nodig. Bestaande palen kunnen met dit aantal palen vermeden worden, zodat het niet nodig is deze te trekken. De benodigde maximale dikte van de keldervloer is 1,0 meter. Met deze vloerdikte is geen spanningsbemaling benodigd en is één stempelraam voor de bouwput voldoende. Dit is de variant met de minste risico's, maar met de meeste geluidsproductie. (zie bijlage 1)

Funderingsniveau 27 m -NAP met geboorde palen

Voor deze variant zijn onder de Zuidtoren 280 palen nodig. Een groot aantal bestaande palen (73 stuks) dienen met bovengenoemde risico's getrokken te worden. De benodigde dikte van de keldervloer om de krachten in te leiden naar de funderingspalen wordt 2,0 meter. Met deze vloerdikte is een spanningsbemaling benodigd en een 2^e stempelraam voor de bouwput. (zie bijlage 2)

Funderingsniveau 60 m -NAP met geboorde palen

Voor deze variant zijn onder de Zuidtoren 90 palen nodig. Bestaande palen kunnen vermeden worden, zodat het niet nodig is deze te trekken. De benodigde dikte van de keldervloer is echter 2,5 meter. Met deze vloerdikte is een risicovolle spanningsbemaling benodigd en een 2^e stempelraam voor de bouwput. Daarbij heeft deze variant een veel langere bouwtijd met de bijbehorende overlast en zeer hoge kosten. (zie bijlage 3)

Gekozen variant

De verreweg beste oplossing op technisch gebied is de eerste variant, funderingsniveau 27 m -NAP met geheide palen. De bouwtijd is veel korter en de risico's voor het project en de gevolgen voor de omgeving zijn veel kleiner. Een groot nadeel echter is de geluidsoverlast van het heien. Om de geluidsoverlast te beperken worden er maatregelen genomen, waarbij een 4^e hybride variant voor de Zuidtoren is uitgewerkt, een variant met funderingsniveau op 27 meter met zoveel mogelijk boorpalen en een vloer van maximaal 1 meter dik. (zie bijlage 4)

Maatregelen die genomen worden om geluidproductie te beperken

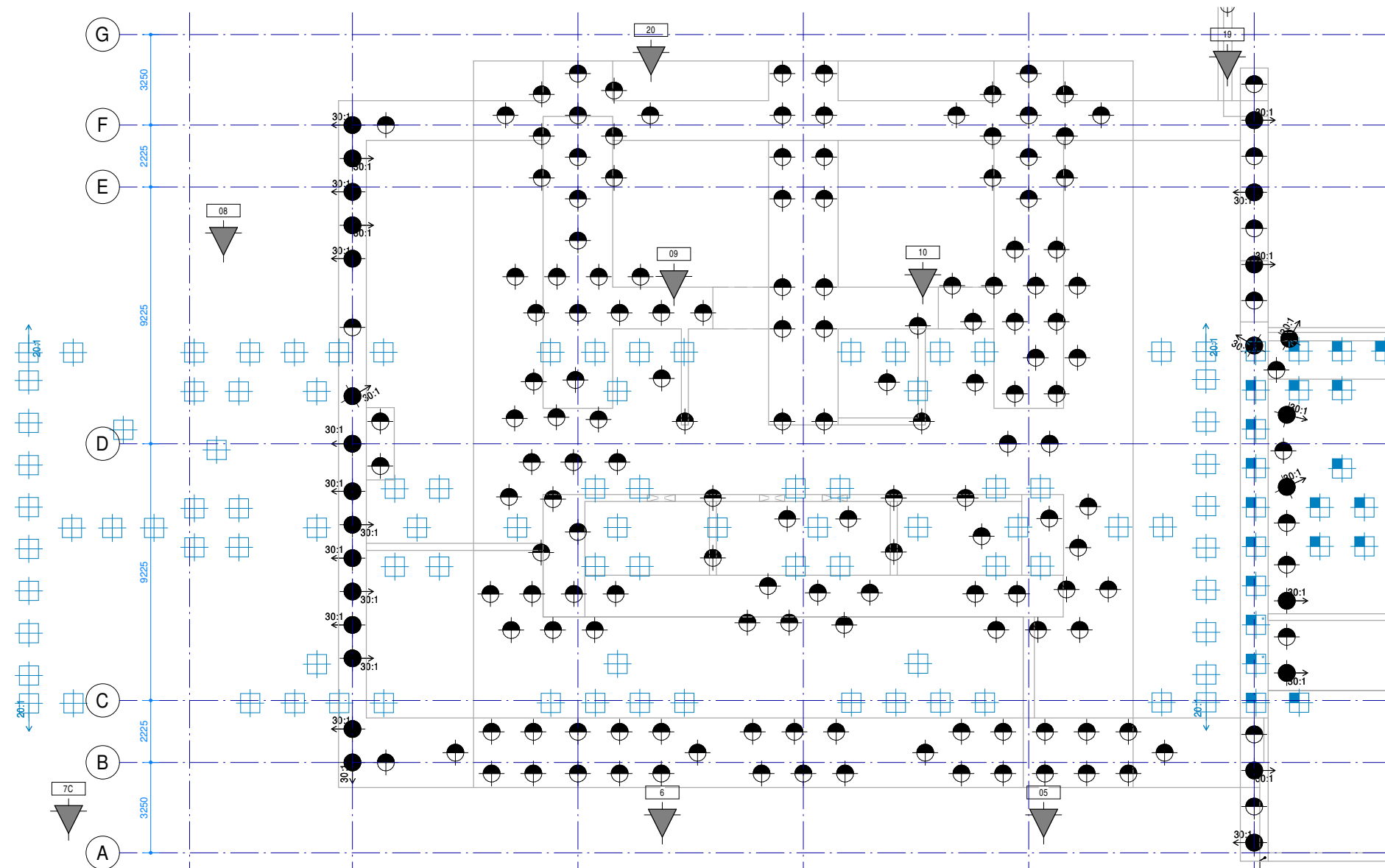
Om de geluidsproductie, en ook de trillingen, tijdens de funderingswerkzaamheden nog verder te beperken zijn de volgende maatregelen genomen:

- Zoveel als mogelijk worden boorpalen toegepast. Dit resulteert in totaal 390 boorpalen onder de Noordtoren en Zuidtoren. Er dienen onder de Zuidtoren nog slechts 100 palen tussen de bestaande palen geheid te worden.
- Voor de te heien palen wordt op de heimachine een geluidsmantel toegepast.
- Om zwaar heiwerk vanwege heiverdichting te voorkomen worden eerst de te heien palen aangebracht en daarna de boorpalen.
- Alle damwanden van de bouwkuip worden gedrukt i.p.v. getrild

Conclusie

Door een deel van de palen van de Zuidtoren te heien wordt de technisch beste oplossing toegepast wat uiteindelijk de minste risico's en overlast voor de omgeving oplevert. In de bijlagen is per variant een overzicht van de fundering en het palenplan en toegevoegd.

Bijlage I

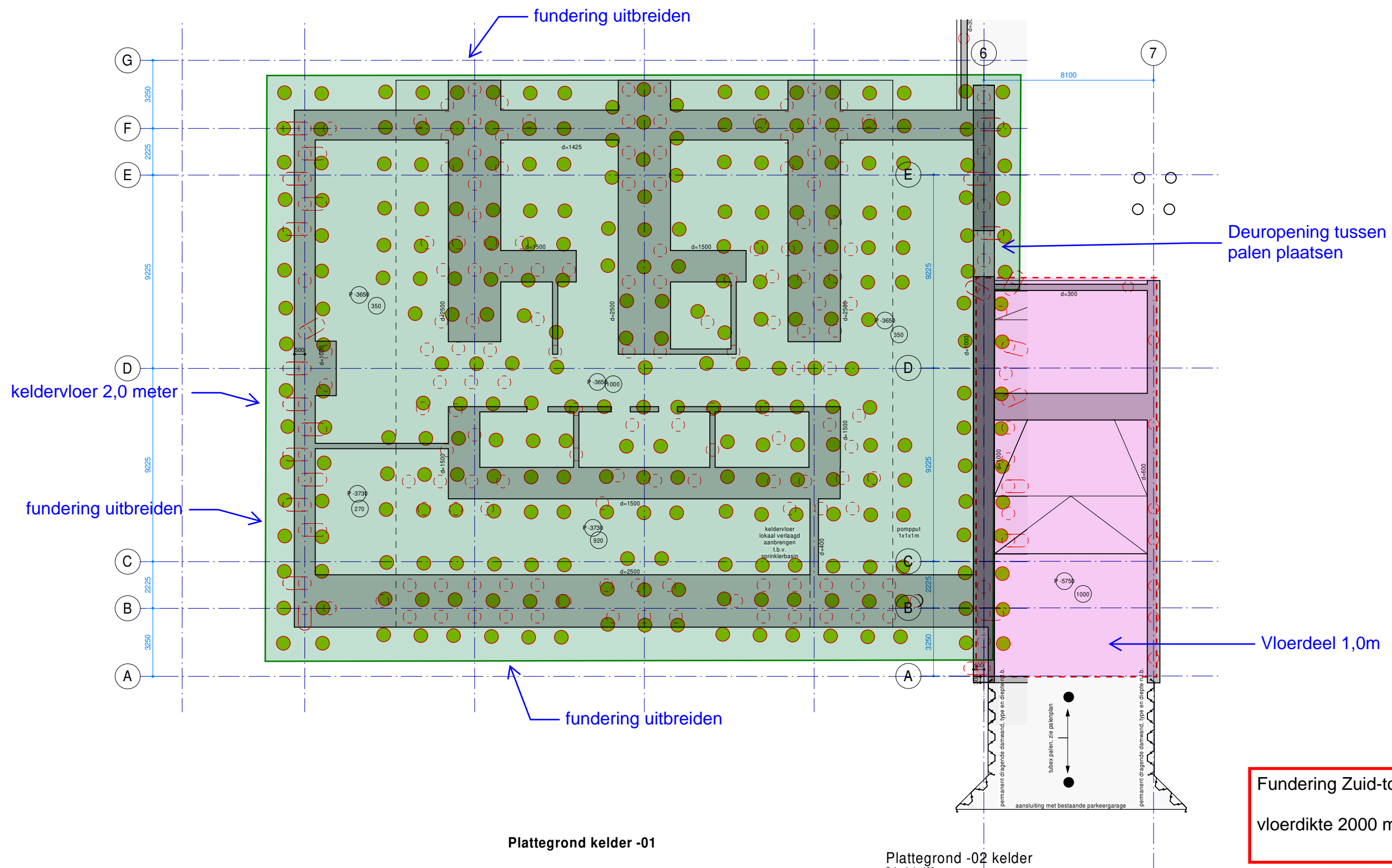


Fundering Zuid-toren:
184 vibro-combi palen

4591 The modernist : project
fundering 27 m -NAP met geheide palen : omschrijving
: datum

IMd
Raadgevende
Ingenieurs

Bijlage 2



Aandachtspunten:

- diepe bouwput zuidtoren
 - spanningsbemaling benodigd of onderwaterbeton
 - extra stempelraam voor damwand
- bestaande palen moeten worden getrokken (zie volgende pagina)

4591 The Modernist : project

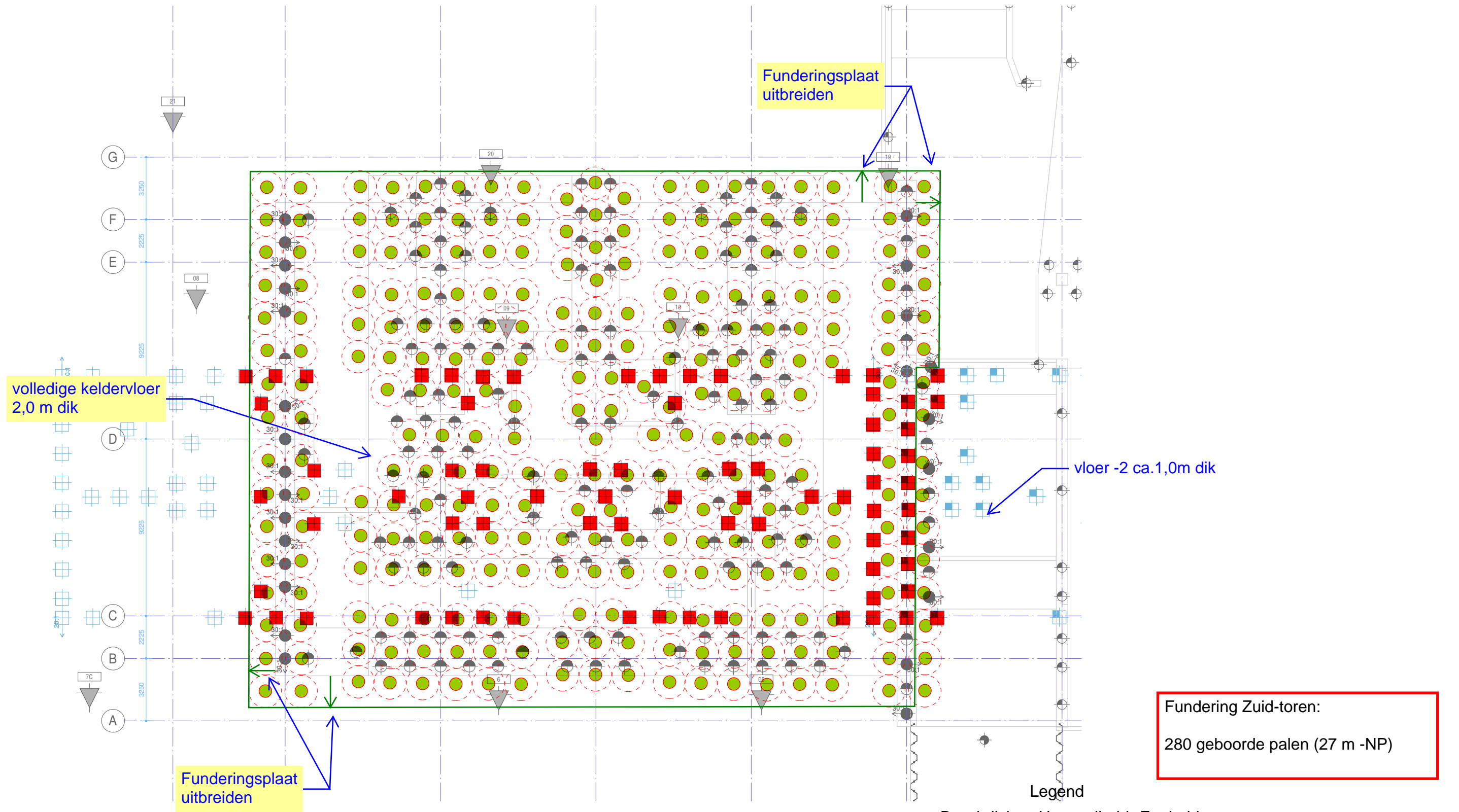
fundering 27 m -NAP met geboorde palen : omschrijving

: datum

IMd

Raadgevende
Ingenieurs

Totaal 280 schroef combipalen ø530/670, paalpunt 27 m -NAP



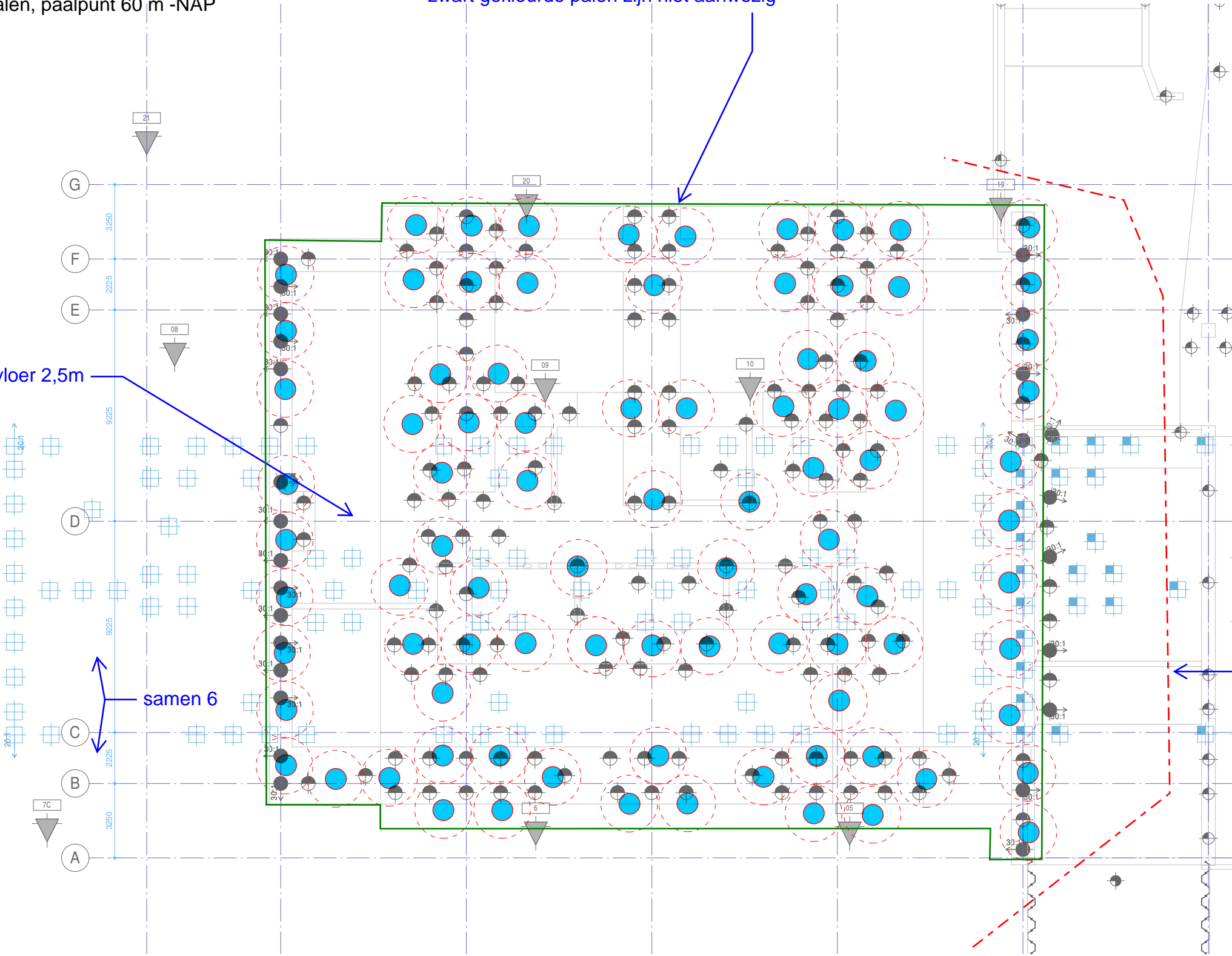
4591 The Modernist : project
fundering 27 m -NAP met geboorde palen : omschrijving
: datum

Bijlage 3

Rekenwaarde horizontale reactie 13.000 kN
Totaal 90 Tubex GI palen, paalpunt 60 m -NAP

palen getekend in variant "funderingsniveau 27 m -NAP met geheide palen"
zwart gekleurde palen zijn niet aanwezig

gehele keldervloer 2,5m



Naast zuidtoren ander
paaltje

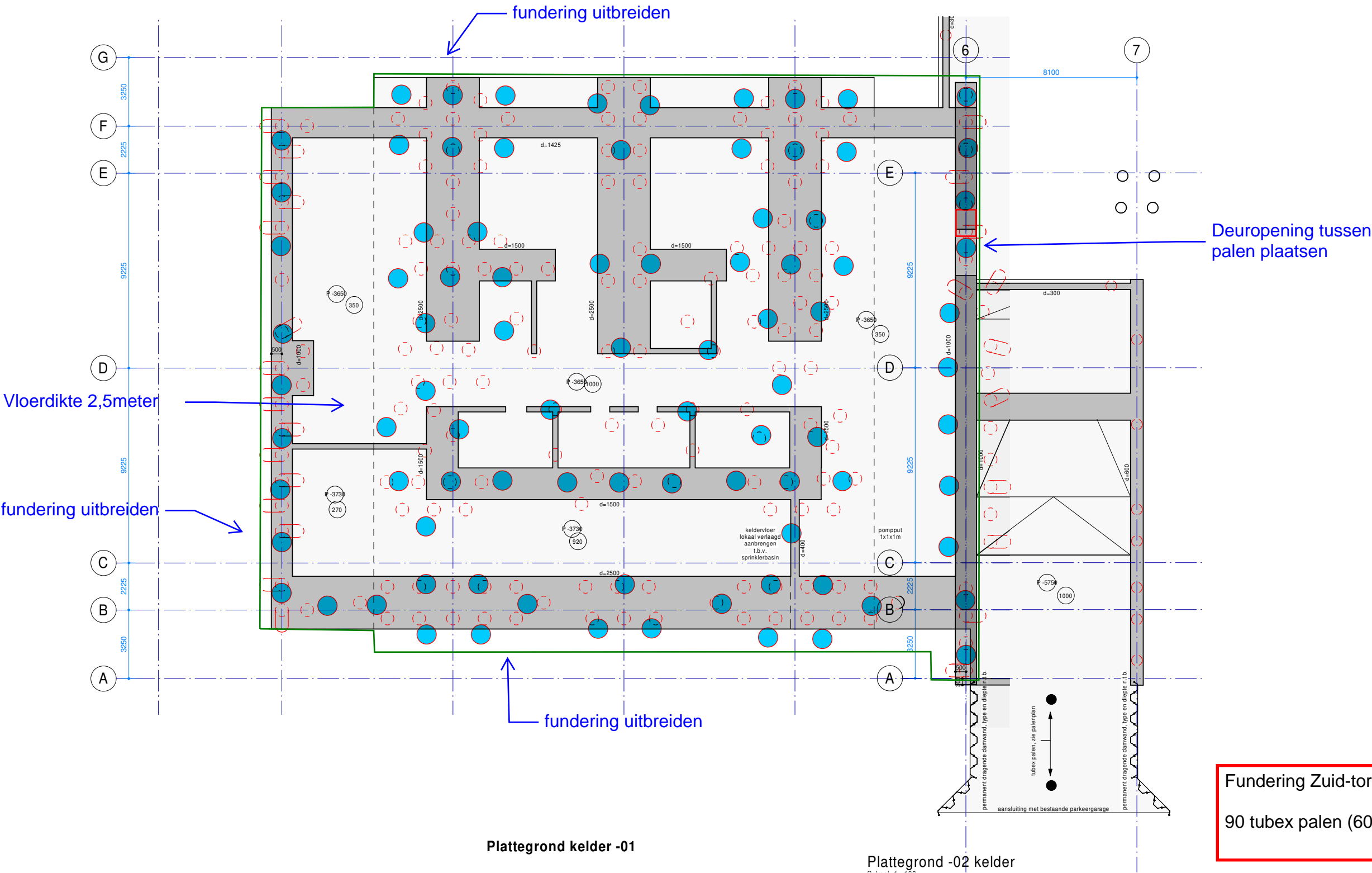
Nieuwe tubex gi paal met
draagvermogen 10MN

Fundering Zuid-toren:
vloerdikte 2500 mm

- Aandachtspunten:
- diepe bouwput
 - spanningsbemaling benodigd
 - extra stempelraam voor damwand

4591 The Modernist : project
funderingsniveau 60 m -NAP met geboorde palen : omschrijving
: datum

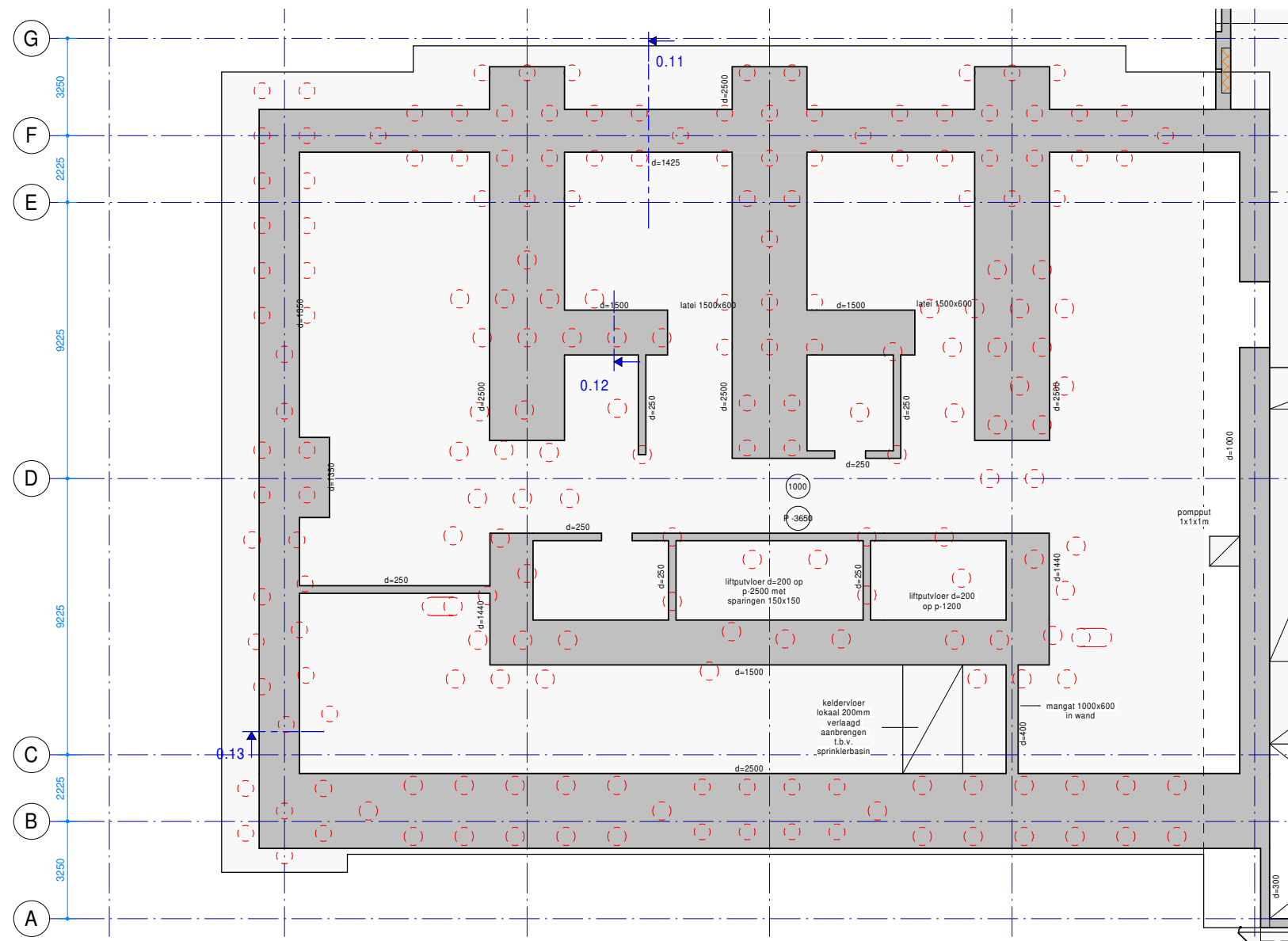
- 90 palen tubex 762/950
draagvermogen 9750 kN
paalpunt op 60 m -NAP
- vloerdikte overal 2,5 meter
- fundering verder naar buiten uitbouwen



Fundering Zuid-toren:
90 tubex palen (60 m -NP)

4591 The Modernist : project
funderingsniveau 60 m -NAP met geboorde palen : omschrijving
: datum

Bijlage 4



Fundering Zuid-toren:
maximale vloerdikte 1000 mm

4591 The Modernist : project
gekozen variant : omschrijving
: datum