

Behoort bij beschikking	
d.d.	11-08-2015
nr.(s)	ZK15000187
Juridisch beleidsmedewerker Publiekszaken / vergunningen	

**Ontwerp funderingsadvies op palen**

Project : Nieuwbouw van een woonhuis aan de  
Burg. Loonstraat 62 te Steenbergen  
Projectnr : 14055556-1158  
Datum : 24-2-2015

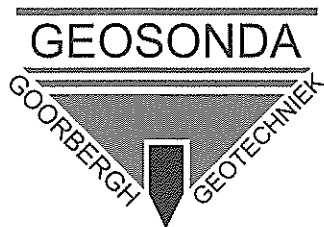
Opdrachtgever :

Versie	Datum	Omschrijving	Opgesteld	Gezien	Par.
0	24-02-15	Avegaarpalen			

## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Projectgegevens</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Grondonderzoek en bodemopbouw</b>	<b>5</b>
3.1	VELDWERK	5
3.2	BODEMOPBOUW	5
<b>4</b>	<b>Funderingsadvies</b>	<b>6</b>
4.1	FUNDERINGSWIJZE	6
4.2	FUNDERING OP AVEGAARPALEN	6
4.3	VOORMALIGE BEBOUWING	7
4.4	FUNDERING NIEUWBOUW VERSUS FUNDERING BELENDING	7
4.5	PAALPUNTNIVEAU	8
<b>5</b>	<b>Draagkrachtberekening avegaarpalen</b>	<b>9</b>
5.1	UITGANGSPUNTEN	9
5.1.1	Paalparameters	9
5.1.2	Partiële factoren	9
5.2	REKENWAARDE VAN DE DRAAGKRACHT BIJ BELASTING OP DRUK	9
5.3	PAALKOPZAKKING EN VEERSTIJFHEID	10

BIJLAGE A            Sondeerrapport separaat horende bij dit document  
BIJLAGE B            Rekenwaarde draagkracht op druk



## 1 Inleiding

De opdrachtgever heeft het plan om woonhuis te gaan bouwen, hiervoor is door Goorbergh Geotechniek b.v. een grondonderzoek uitgevoerd.

In dit rapport zal nader worden ingegaan op het uitgevoerde grondonderzoek en het hieruit voortvloeiende funderingsadvies.

## 2 Projectgegevens

Het project omvat nieuwbouw van een woonhuis aan de Burg. Loonstraat 62 te Steenbergen, waarvan het onderstaande bij ons bekend is:

- Onder de nieuwbouw zijn geen kelders geprojecteerd.
- Aan ons bureau is geen opgave verstrekt van de te verwachte belastingen;
- In de directe omgeving is sprake van bebouwing (bron: google maps). De funderingswijze en bouwkundige staat van deze bebouwing is bij ons bureau niet bekend. Gezien de aangetroffen bodemopbouw wordt vooralsnog aangenomen dat de omliggende bebouwing naar verwachting hoofdzakelijk op staal is gefundeerd.
- Aangenomen is dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is. Als er om enige reden aanleiding is om te veronderstellen dat sprake kan zijn van bijvoorbeeld geroerde grond of obstakels en verontreinigingen, dan dient te worden nagegaan in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.

Geadviseerd wordt om genoemde gegevens alsmede de elders in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten uit dit rapport wordt verder gewerkt.

### **3 Grondonderzoek en bodemopbouw**

#### **3.1 Veldwerk**

Het rapport geotechnisch grondonderzoek werd uitgebracht op 9 februari 2015. Op locatie zijn 3 sonderingen uitgevoerd, waarbij naast de conusweerstand de plaatselijke wrijving werd opgenomen.

De onderzoekspunten werden gewaterpast ten opzichte van REF en uitgezet ten opzichte van de bestaande bebouwing. Voor het sondeerrapport met situatieschets en de waterpasstaat zie bijlage A. In dit document zijn alle niveaus vermeld ten opzichte van REF.

Voor de gemeten grondwaterstand verwijzen wij naar het geotechnisch grondonderzoek in de bijlage. Wij merken op dat de meting van de grondwaterstand slechts een momentopname is.

#### **3.2 Bodemopbouw**

Op basis van de grondonderzoeksresultaten is de bodemopbouw geïnterpreteerd.

Onder een zandhoudende toplaag worden tot een diepte van ca. 7,0 m – REF een afwisselende laagdikte vastgesteld van samendrukbare klei- en veenafzettingen en minder vaste zandlagen. Hieronder worden tot de maximaal onderzochte diepte een matig vast tot vast, zeer vast zandpakket geregistreerd met een conusweerstand van 5 tot > 20 MPa. Plaatselijk en op wisselende diepte komen in dit pakket teruggangen in de conusweerstand voor, die vermoedelijk worden veroorzaakt door leem/kleihoudende zand- en zandhoudende leem/kleiafzettingen.

## 4 Funderingsadvies

### 4.1 Funderingswijze

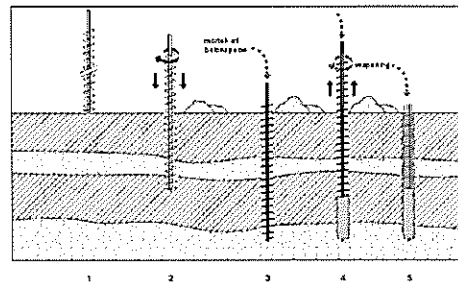
Gezien het uitgevoerde geotechnisch grondonderzoek adviseren wij voor de nieuwbouw uit te gaan van een fundering op palen.

### 4.2 Fundering op avegaarpalen

In de nabije omgeving staat bebouwing. Hiervan zijn ons verder geen gegevens bekend. Aangenomen dat heitrillingen niet acceptabel zijn wordt in dit rapport een fundering op avegaarpalen uitgewerkt. Dit is een grondverwijderend trillingsvrij aangebracht paalsysteem.

Omschrijving uitvoeringswijze avegaarpalen

- 1 Een avegaar, bestaande uit een holle as met daar omheen een doorgaand schroefblad, wordt op het maaiveld geplaatst. Hierbij wordt de onderzijde voorzien van een losse afdichting (deksel).
- 2 De avegaar wordt rechtsom draaiend op diepte geschroefd.
- 3 De holle buis van de avegaar wordt volgepompt met mortel- of betonspecie.
- 4 Ten behoeve van het lossen van het deksel wordt de avegaar circa 0,1 m gelicht, waarna de avegaar stilstaand of langzaam rechtsom roterend uit de grond wordt getrokken en de paalschacht wordt gevormd.
- 5 Direct na het vervaardigen van de paalschacht wordt de wapening in de verse specie aangebracht. De paal wordt afgewerkt en de stelling kan verplaatst worden.



Uit het grondonderzoek kan worden herleid dat plaatselijk slappe bodemlagen aanwezig zijn. De aanwezigheid van deze slappe lagen kan de integriteit van de paalschacht beïnvloeden.

Geadviseerd wordt tijdens het vervaardigen deskundig toezicht te houden op o.a. de boorwerkzaamheden, betonverbruik, zakking paalkop e.d. Ook zal de betonkwaliteit/samenstelling moeten worden afgestemd op de aanwezige bodemopbouw. In beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau dat de stijghoogte van grondwater in de dieper gelegen watervoerende zandlagen niet hoger is dan de freatische grondwaterstand.

Voor de uitvoering wordt verwezen naar CUR aanbeveling 114 "toezicht op realisatie van paalfunderingen". Na het vervaardigen zullen alle palen akoestisch moet worden doorgemeten. Zie ook CUR aanbeveling 109 "Akoestisch doormeten van betonnen funderingspalen".

Horizontale belasting op de palen dient te worden voorkomen. Gedacht kan daarbij worden aan bijvoorbeeld belastingen door graafmateriaal, materieel voor het snellen van de palen en éézijdige gronddrukken. Van belang is dat tijdens de boorwerkzaamheden sprake is van een stabiel werkniveau.

Tijdens de uitvoering is het van belang om verstoring van de palen en verstoring van de grondslag waaraan de palen hun draagkracht ontlenen zo veel mogelijk te voorkomen. Geadviseerd wordt om bij de opzet van het palenplan uit te gaan van een onderlinge hart-op-hart-afstand van minimaal  $4 D_{eq}$  ( $D_{eq}$  van de grootste paalafmeting). Met deze afstand wordt voorkomen dat als gevolg van het boorwerk ontspanning optreedt in de grondslag rond een naastgelegen paal. Bovendien kunnen bij deze minimumafstand de palen direct na elkaar worden geboord waardoor het aantal verplaatsingen van de boorstelling en daarmee samenhangend het schaderisico wordt geminimaliseerd.

#### 4.3 Voormalige bebouwing

Onbekend is of de locatie in het verleden bebouwd is geweest. Geadviseerd wordt nadere gegevens ten aanzien van een eventuele fundering zo veel mogelijk te achterhalen.

Indien de opstellen op palen of putringen zijn gefundeerd, adviseren wij deze niet te trekken bij de graafwerkzaamheden. De palen dienen op het ontgravingsniveau te worden afgeknepen. Indien deze wel worden getrokken kan dit ontspanning van de bodemlagen leiden en dus het draagvermogen en of integriteit van de nieuwe palen beïnvloeden.

Indien bebouwing op staal is gefundeerd adviseren wij na sloop vanaf aanlegniveau een goed verdicht zandpakket aan te brengen. Voorkomen dient te worden dat op of boven het ontgravingsvlak de beton uitvloeit tijdens het maken van de palen. Ook dient voorkomen te worden dat de beton wegvloeit in (vervallen) leidingen / rioleringen.

#### 4.4 Fundering nieuwbouw versus fundering belending

Door het aanbrengen van de nieuwe fundering mag het functioneren van de bestaande fundering niet worden geschaad. Momenteel is niet bekend of de belending op palen of op staal gefundeerd is. Geadviseerd wordt om gegevens ten aanzien van de bestaande fundering zo veel mogelijk te achterhalen.

Richtlijnen m.b.t. opstellen palenplan en uitvoering boorwerk indien avegaarpalen worden toegepast naast een belending op staal.

- Geadviseerd wordt om de avegaarpalen te maken vanaf een werkniveau dat minstens 0,50 m hoger ligt dan het aanlegniveau van de belendende fundering. Dit maaiveld dient zich minstens uit te strekken tot 2,5 m uit de belending. Daarnaast wordt geadviseerd de avegaarpalen niet aansluitend uit te voeren, maar bijvoorbeeld om en om.
- Nabij een belending op staal dient er bij de opzet van een palenplan naar te worden gestreefd om zo weinig mogelijk palen dicht op de belending te plaatsen en een zo groot mogelijke afstand tot de belending aan te houden.

Richtlijnen m.b.t. opstellen palenplan en uitvoering boorwerk indien avegaarpalen worden toegepast naast een belending op palen.

Voor wat betreft de toepassing van geboorde palen (met grondverwijdering) moet voorkomen worden dat ontspanning van de grondslag rond het boorgat ten koste gaat van het draagvermogen van de paal en geen aanleiding geeft tot bijvoorbeeld een extra vervorming van de paal.

Bij een belending op palen is het wenselijk om een zekere afstand aan te houden tussen de palen onder de nieuwbouw en de belending. Voor wat betreft de minimaal te hanteren afstand zijn geen landelijke normen of officiële richtlijnen voor handen. Door ons bureau wordt over het algemeen aanbevolen om van de navolgende minimumafstanden uit te gaan. Daarbij wordt opgemerkt dat het in sommige gevallen zinvol kan zijn om de te hanteren afstand nader af te stemmen op de aard van de belending en gegevens van de bestaande en de nieuwe fundering.

Nieuwe palen naast belendende paal

- Paalpuntniveau onder de nieuwbouw hoger dan of gelijk aan puntniveau van bestaande palen: hart op hartafstand minimaal  $4 D_{eq}$  ( $D_{eq}$  van de grootste paalafmeting).
- Paalpuntniveau dieper dan het puntniveau van de bestaande palen: hart op hart afstand  $6 D_{eq}$  met een minimum van 2,5 m.

Nadere gegevens met betrekking tot de (fundering van de) belending kunnen aanleiding geven tot een wijziging van het in dit rapport vermelde paalsysteem en/of aanpassing van de paalpuntniveaus en/of aanpassing van de aan te houden afstand tussen de nieuwe palen en de bestaande fundering.

#### 4.5 Paalpuntniveau

Bij toepassing van een trillingsvrij paalsysteem is tijdens de uitvoering nagenoeg geen controle mogelijk op de vastheid van het draagkrachtige zand. Bij dit paalsysteem zal, op basis van het uitgevoerde grondonderzoek, per bouwonderdeel, een betrouwbaar (uniform) paalpuntniveau moeten worden aangetoond. Dit (uniforme) paalpuntniveau zal voldoende zekerheid moeten bieden op plaatsing van de paalpunt in een draagkrachtige zandlaag.

In onderstaande tabel worden per sondering de door ons geadviseerde paalpuntniveaus gegeven.

Paalpuntniveau		
Sondering no.	Hoogte maaiveld [m t.o.v. Ref]	Paalpuntniveau [m t.o.v. Ref]
1	+0,10	-8,0 tot -10,0
2	+0,13	-8,0 tot -10,0
3	-0,02	-8,0 tot -10,0



## 5 Draagkrachtberekening avegaarpalen

### 5.1 Uitgangspunten

De berekening van de netto rekenwaarde van de draagkracht van de funderingspalen is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Ontwerpadvies (1e toetsing) volgens nederlandse norm NEN EN 9997-1:2011 (Eurocode 7 geotechnisch ontwerp)
- Indeling in geotechnische categorie 2 (GC2)
- Toetsing aan grenstoestand UGT type B en BGT zijn buiten beschouwing gelaten en kunnen in een later stadium getoetst worden
- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- In de berekeningen zijn wij uitgegaan van een centrisch axiaal op druk belaste alleenstaande paal. Belasting op trek, momenten en horizontale c.q. laterale lasten, worden niet aanwezig geacht;
- De stijfheid van de constructie wordt niet in rekening gebracht;
- Negatieve kleef is in rekening gebracht.
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.

#### 5.1.1 Paalparameters

Voor de berekening van de draagkracht van avegaarpalen zijn de volgende factoren aangehouden:

- |                             |            |         |
|-----------------------------|------------|---------|
| ○ paalvoetvorm              | $\beta$    | = 1,0   |
| ○ paalklasse punt           | $\alpha_p$ | = 0,8   |
| ○ paalvoetdwarsdoorsnede    | $s$        | = 1,0   |
| ○ paalklasse schacht (druk) | $\alpha_s$ | = 0,006 |

#### 5.1.2 Partiële factoren

In de draagkrachtberekening zijn de volgende factoren aangehouden:

- |                   |             |
|-------------------|-------------|
| ○ $\xi_3 / \xi_4$ | = 1,3 / 1,3 |
| ○ $\gamma_{m;b}$  | = 1,2       |
| ○ $\gamma_{f;nk}$ | = 1,0       |

### 5.2 Rekenwaarde van de draagkracht bij belasting op druk

Toetsing volgens grenstoestanden UGT type B en BGT (vervormingseisen) zijn in dit stadium niet mogelijk, aangezien hier gegevens zoals afmetingen, gebouwtijfheden en vervormingseisen bekend dienen te zijn. In dit funderingsadvies wordt de netto draagkracht van de palen volgens grenstoestand UGT gegeven. Deze waarden kunnen gebruikt worden om het eerste ontwerp van het project te maken. De rekenwaarde van de paalbelasting moet kleiner zijn dan de rekenwaarde van de netto draagkracht:

$$F_d \leq R_{c;net;d}$$

Hierin is:

$V_d$  rekenwaarde van de paalbelasting (kN)  
 $R_{c;net;d}$  netto draagkracht van de funderingspaal (kN), gedefinieerd als:

$$R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nsf;d}$$

$R_{c;d}$  rekenwaarde van de maximale draagkracht van de funderingspaal (kN)  
 $F_{nsf;d}$  rekenwaarde van de maximaal optredende negatieve kleef langs de paalschacht (kN)

In de bijlage B is de rekenwaarde voor de netto draagkracht voor door ons geadviseerde paalpuntniveaus voor meerdere paaldiameters weergegeven.

In deze lijst kan door de constructeur, afhankelijk van plaats en optredende lasten, een keuze worden gemaakt naar puntniveau en schachtafmeting. Wij adviseren ten behoeve van uniformiteit in de tussenliggende gebieden een puntniveau aan te houden zonder te veel wisselingen in niveau en afmetingen.

De vermelde draagkracht wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

Bij de opzet van een palenplan dient het draagvermogen van een paal in beginsel te zijn afgestemd op de laagste draagkracht op hetzelfde paalpuntniveau van de omliggende sonderingen.

### 5.3 Paalkopzakking en veerstijfheid

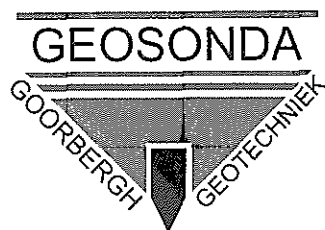
Feitelijke toetsing van de uiterste grenstoestand UGT type B en de bruikbaarheids grenstoestand BGT kan in deze fase niet worden uitgevoerd. De ontwerper van de constructie zal voor de verificatie van toestand UGT type B en BGT nadere gegevens moeten verstrekken over de constructie en over de vervormingseisen.

Als eis voor de uiterste grenstoestand UGT type B wordt vaak uitgegaan van een relatieve rotatie  $\beta$  van maximaal 1:100 op basis van het zakkingsverschil tussen naburige palen. Dit zakkingsverschil moet op ten minste één derde van het gemiddelde van de berekenende zakking worden gesteld.

Formeel zal deze toetsing nog moeten worden uitgevoerd.

Over het algemeen wordt ten behoeve van de constructie een veercoëfficiënt gehanteerd welke in functie van last en verkorting is bepaald, indicatief achten wij in dit stadium onderstaande veercoëfficiënt voor de palen toepasbaar:

Statische veercoëfficiënt		
Avegapaal [diameter in mm]	Representatief kv;k [kN/mm]	Rekenwaarde kv;d [kN/mm]
300	30	23
350	35	27
400	40	31
450	45	35



**Biilage B**

**Rekenwaarde draagkracht op druk**

**Goorbergh Geotechniek b.v.**

Franse Akker 13  
4824 AL Breda  
Postbus 2155  
4800 CD Breda

telefoon: (076) 522 05 66  
fax: (076) 521 16 70  
e-mail: [info@goorberghgeo.nl](mailto:info@goorberghgeo.nl)  
K.v.K.: 20080550

Rapport: 14055556-1158



Project:	<b>Nieuwbouw van een woonhuis aan de Burg. Loonstraat 62 te Steenberg</b>								
Opdrachtnummer:	14055556-1158								
Resultaten Draagkrachtberekening op druk									
<b>Avegaarpalen</b>									
Paaldiameter [mm]:	300								
Sondering	PPN [m t.o.v. Ref]	R <sub>b;cal;max</sub> [kN]	R <sub>s;cal;max</sub> [kN]	R <sub>c;cal;max</sub> [kN]	R <sub>c;d</sub> [kN]	F <sub>;nk;rep</sub> [kN]	F <sub>nk;d</sub> [kN]	R <sub>c;net;d</sub> [kN]	

1	-8.00	675	88	763	489	64	64	425	
1	-8.50	826	131	957	613	64	64	549	
1	-9.00	750	173	923	592	64	64	528	
1	-9.50	698	215	913	585	64	64	521	
1	-10.00	640	258	898	576	64	64	512	
2	-8.00	447	91	538	345	72	72	273	
2	-8.50	412	134	546	350	72	72	278	
2	-9.00	341	174	515	330	72	72	258	
2	-9.50	652	208	860	551	72	72	479	
2	-10.00	791	250	1041	667	72	72	595	
3	-8.00	449	93	542	347	65	65	282	
3	-8.50	609	133	742	476	65	65	411	
3	-9.00	726	175	901	578	65	65	513	
3	-9.50	709	218	927	594	65	65	529	
3	-10.00	541	260	801	513	65	65	448	

Project:	<b>Nieuwbouw van een woonhuis aan de Burg. Loonstraat 62 te Steenberg</b>								
Opdrachtnummer:	14055556-1158								
Resultaten Draagkrachtberekening op druk									
<b>Avegaarpalen</b>									
Paaldiameter [mm]:	350								
Sondering	PPN [m t.o.v. Ref]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]	

1	-8.00	924	103	1027	658	74	74	584
1	-8.50	1119	152	1271	815	74	74	741
1	-9.00	994	202	1196	767	74	74	693
1	-9.50	950	251	1201	770	74	74	696
1	-10.00	824	301	1125	721	74	74	647
2	-8.00	596	107	703	451	84	84	367
2	-8.50	559	156	715	458	84	84	374
2	-9.00	466	203	669	429	84	84	345
2	-9.50	896	242	1138	729	84	84	645
2	-10.00	1091	292	1383	887	84	84	803
3	-8.00	635	108	743	476	76	76	400
3	-8.50	827	155	982	629	76	76	553
3	-9.00	987	204	1191	763	76	76	687
3	-9.50	966	254	1220	782	76	76	706
3	-10.00	723	303	1026	658	76	76	582

Project:	<b>Nieuwbouw van een woonhuis aan de Burg. Loonstraat 62 te Steenberg</b>								
Opdrachtnummer:	14055556-1158								
Resultaten Draagkrachtberekening op druk									
<b>Avegaarpalen</b>									
Paaldiameter [mm]:	400								
Sondering	PPN [m t.o.v. Ref]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]	

1	-8.00	1210	117	1327	851	85	85	766
1	-8.50	1307	174	1481	949	85	85	864
1	-9.00	1283	231	1514	971	85	85	886
1	-9.50	1233	287	1520	974	85	85	889
1	-10.00	1039	344	1383	887	85	85	802
2	-8.00	772	122	894	573	96	96	477
2	-8.50	725	178	903	579	96	96	483
2	-9.00	616	232	848	544	96	96	448
2	-9.50	1171	277	1448	928	96	96	832
2	-10.00	1440	334	1774	1137	96	96	1041
3	-8.00	852	124	976	626	87	87	539
3	-8.50	1082	177	1259	807	87	87	720
3	-9.00	1286	234	1520	974	87	87	887
3	-9.50	1062	290	1352	867	87	87	780
3	-10.00	944	347	1291	828	87	87	741

Project:	<b>Nieuwbouw van een woonhuis aan de Burg. Loonstraat 62 te Steenberg</b>								
Opdrachtnummer:	14055556-1158								
Resultaten Draagkrachtberekening op druk									
<b>Avegaarpalen</b>									
Paaldiameter [mm]:	450								
Sondering	PPN [m t.o.v. Ref]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]	

1	-8.00	1543	132	1675	1074	95	95	979	
1	-8.50	1628	196	1824	1169	95	95	1074	
1	-9.00	1617	259	1876	1203	95	95	1108	
1	-9.50	1403	323	1726	1106	95	95	1011	
1	-10.00	1305	387	1692	1085	95	95	990	
2	-8.00	972	137	1109	711	108	108	603	
2	-8.50	910	201	1111	712	108	108	604	
2	-9.00	794	261	1055	676	108	108	568	
2	-9.50	1480	312	1792	1149	108	108	1041	
2	-10.00	1822	375	2197	1408	108	108	1300	
3	-8.00	1101	139	1240	795	98	98	697	
3	-8.50	1382	199	1581	1013	98	98	915	
3	-9.00	1622	263	1885	1208	98	98	1110	
3	-9.50	1214	326	1540	987	98	98	889	
3	-10.00	1195	390	1585	1016	98	98	918	