

## 5. VERANKERING EN BEREKENING

### *Stormschade*

De zware winterstormen van 1990 hebben aangetoond dat niet-verankerde dakbedekkingen enorme schade kunnen aanrichten, zowel aan het dak als aan de omgeving. Het Bouwbesluit 1992 eist voor het verkrijgen van een bouwvergunning een berekening van de verankering van de dakbedekking. In de praktijk blijkt dat daken, gedekt met onze dakpannen en verankerd met Lafarge euro-panhaken, weinig te lijden hebben van stormschade. Drukvereffening door een goede ventilatie van nok en dakvoet en de vrije tengelhoogte speelt daarbij een grote rol. De storm van oktober 2002 heeft inmiddels aangetoond dat de in 1992 opgestelde normen in de meeste gevallen voldoen.

### *Norm en Praktijkrichtlijn*

Op de verankering van dakpannen zijn de NEN 6707 'Bevestiging van dakbedekkingen' en de Nederlandse Praktijk Richtlijn NPR 6708 van toepassing. De NPR geeft een rekenmethode voor gebouwen tot 20 m hoogte. Een dakbedekking, aldus verankerd, voldoet aan de NEN-normen. Voor gebouwen hoger dan 20 m dient de verankering getoetst te worden aan de NEN 6707. Onderstaand geven wij u de algemene eisen en de randvoorwaarden van de NPR en twee rekenvoorbeelden. Met Lafarge euro-panhaken is een dambordsgewijze verankering meestal

voldoende, dankzij de hoge rekenwaarde. Lafarge verzorgt graag voor u de berekening. Panhaken zijn panmodel gebonden en dienen voorzien te zijn van een testrapport, opgesteld door een onafhankelijke instantie (bijvoorbeeld TNO) waarbij aangegeven is welke rekenwaarde de panhaak heeft bij het betreffende panmodel.

### *Algemene eisen*

De verankeringsberekening dient aan te tonen dat de rekenwaarde van de stuwdruk op het dak ( $P_d$ ) kleiner of gelijk is aan de weerstand van de pannen ( $R_d$ ).

### *Randvoorwaarden*

In de NPR 6708 staan de volgende randvoorwaarden:

#### *Open en gesloten gebouwen*

De NPR 6708 maakt ook onderscheid tussen een open en een gesloten onderdak. De meeste pannendaken met een dicht dakbeschot zijn voor de NPR te beschouwen als gesloten onderdak. Het onderdak (de constructie) dient te voldoen aan de sterkte-stijfheidseisen van het Bouwbesluit.

#### *Nokhoogte*

De NPR geldt voor gebouwen met een maximale referentiehoogte ( $h_{ref}$ ) van ten hoogste 20 m vanaf het maaiveld.

### *Spouw*

De muurspouw mag niet in open verbinding staan met de dakspouw. Het afdichten van de muurspouw met in folie gewikkelde minerale wol is voldoende.

### *Folie*

Aangebrachte folie mag niet in contact kunnen komen met de onderkant van de dakpan, zodat de folie bij sterke wind de dakpannen niet van het dak drukt. Tussen folie en panlat altijd een extra tengel aanbrengen.

### *Isolatie*

Bij gebruik van minerale wol tussen dakpannen en dakbeschot, bijvoorbeeld als luchtgeluidsisolatie op een woningscheidende wand (minerale wolbarrière), is de rekenwaarde voor de extra weerstand in de betreffende strook 400 N/m<sup>2</sup>. Het Lafarge GWP systeem voldoet hieraan. Hier is dan geen extra isolatiedeken nodig.

### *Ruiters*

Ruiters altijd mechanisch bevestigen (eis: rekenwaarde 1.000 N/m<sup>1</sup>). Met toepassing van Lafarge nokbeugels maximaal h.o.h. 600 mm (universeel toepasbaar) wordt voldaan aan deze eis.

### *Vorsten*

Alle vorsten mechanisch bevestigen. Altijd Lafarge euro-vorsthaken met schroef toepassen met uitzondering van de HV-vorst die met rvs schroef voorzien van neopreen volgving wordt bevestigd (eis: rekenwaarde 800 N/m<sup>1</sup>).

## Panhaken

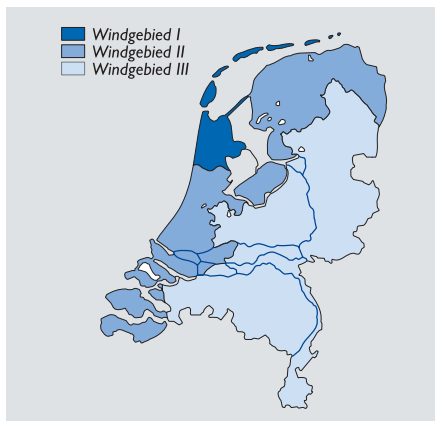
Panhaken dienen volgens de BKB Publicatie nr. PBL0179/94 minimaal van roestvast staal te zijn (AISI 304) of gelijkwaardig. De Lafarge euro-panhaak voldoet aan deze eisen. Het aantal hangt af van de vastgestelde rekenwaarde van de bevestiging. De Lafarge euro-panhaken hebben een hoge rekenwaarde (zie bij de diverse panmodellen).

## Chaperon- en gevelpannen

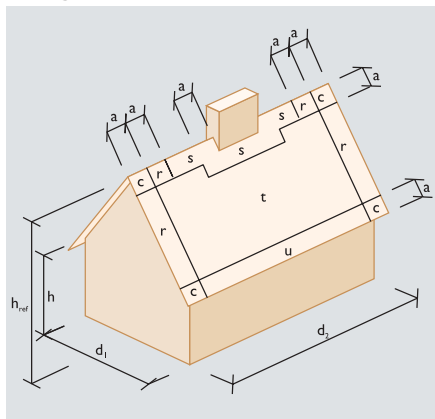
Chaperon- en gevelpannen altijd verankeren. Beide met een panhaak én schroeven met neopreen volgving (eis: rekenwaarde 2.000 N/m<sup>2</sup>). Schroeven volgen de 'los/vast' methode.

## Dakramen

Lafarge Dakproducten adviseert de rij dakpannen rondom de dakramen altijd te verankeren met schroeven en neopreen volgving of euro-panhaken.



Windgebied



Dakzones

## 5.1. Berekening van de verankering volgens de NPR

De berekening volgens de NEN 6707 is vrij gecompliceerd. De afdeling Dakservice van Lafarge Dakproducten zal u daarom graag adviseren in de vorm van een verankeringsberekening. Onderstaand een puntsgewijze benadering.

### 1. Windgebied

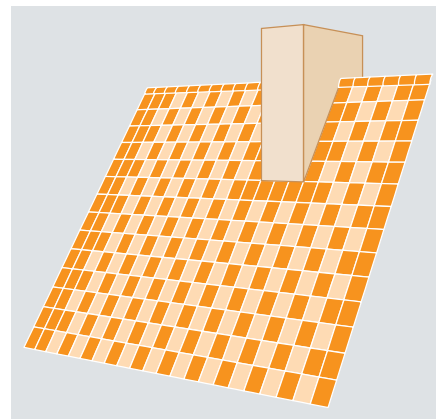
Nederland is opgedeeld in drie windgebieden (zie onderstaande tekening) met elk een eigen stuwdrukwaarde voor de wind. Bepaal het windgebied, waarin het gebouw is gelegen.

### 2. Bebouwd of onbebouwd gebied

De NEN 6702 en de bijlagen van de NPR 6708 geven een nogal complexe methode om vast te stellen of het gebouw in bebouwd of onbebouwd gebied ligt. Lafarge Dakproducten adviseert zekerheidshalve bij het ontbreken van gegevens uit te gaan van onbebouwd gebied.

### 3. Gebouwhoogte ( $h_{ref}$ )

Bepaal de referentiehoogte van het gebouw: de hoogte van de nok tot het maaiveld (zie tekening). Voor de berekening volgens de NPR geldt een maximum hoogte van 20 m.



Dambordsgewijze verankering

### 4. Stuwdruk ( $P_w$ )

Lees nu in tabel A de stuwdrukwaarde ( $P_w$ ) van de wind af die voor het gebouw van toepassing is.

### 5. Afmetingen dakzones

Bepaal de afmetingen van de dakzones c, r, s, t en u en bepaal aan de hand van de voorwaarden in tabel B welke regel voldoet. De afmeting van dakzone a is afhankelijk van de verhouding tussen de lengte ( $d_2$ ), de breedte ( $d_1$ ) en de goothoogte (h) van het gebouw. Voor de waarde van a altijd minimaal 1 m aanhouden.

### 6. Stuwdruk in de dakzones $P_d$ (N/m<sup>2</sup>)

Bepaal de rekenwaarde van de stuwdruk in de dakzones ( $P_d$ ) door de stuwdruk ( $P_w$ ) te vermenigvuldigen met de stuwdrukfactor uit tabel C.

### 7. Weerstand dakpannen $R_d$ (N/m<sup>2</sup>)

Bepaal de rekenwaarde van de weerstand van de dakpannen tegen opwaaien ( $R_d$ ). Deze vinden we door het gewicht per m<sup>2</sup> van de dakpannen te vermenigvuldigen met de vaste factor (0,9) en met de weerstandsfactor ( $c_x$ ) uit tabel D. ( $R_d = 0,9 \times c_x \times \text{gewicht in N/m}^2$ ). Het gewicht is afhankelijk van dakpanmodel en overlap. Zie gegevens op de panmodelbladen. De verkregen gegevens invullen in tabel E. Als de gevonden weerstand  $R_d$  kleiner is dan de waarde van de stuwdruk  $P_d$ , is het nodig de dakzone te verankeren.

### 8. Verankering per dakzone

Neem de rekenwaarde van de bevestigingsmiddelen (panhaken) en het aantal per m<sup>2</sup>. Bij gebruik van Lafarge euro-panhaken voldoet in de meeste gevallen een dambordsgewijze verankering; d.w.z. één panhaak om twee dakpannen vast te zetten (zie tekening). Voor onder andere Sneldek betekent dit vijf panhaken per m<sup>2</sup>. Omdat de Lafarge euro-panhaak (model Sneldek en Neroma) een rekenwaarde heeft van 265 N geeft deze verankeringsmethode een extra weerstand van 1.325 N/m<sup>2</sup>. Alleen bij volledige verankering (in zeer uitzonderlijke gevallen) elke dakpan vastzetten met een panhaak. Lafarge Dakproducten maakt voor u graag de berekening. Let op! Het verankeringsadvies wordt opgesteld aan de hand van de minimale prestatie eisen van het Bouwbesluit. Dit betekent niet dat er nooit meer stormschade op kan treden, er kunnen zich situaties voordoen welke de normen overschrijden, denk hierbij aan situering, ontwerp, detaillering. Plaatselijke bekendheid en deskundigheid van de verwerker is hierbij noodzakelijk om te kunnen bepalen of er extra maatregelen nodig zijn.

Tabel A.

Stuwdruk van de wind  $P_w$  (N/M<sup>2</sup>)

hoogte $h_{ref}$ (m)	windgebied I		windgebied II		windgebied III	
	onbebouwd	bebouwd	onbebouwd	bebouwd	onbebouwd	bebouwd
2	640	640	540	540	460	460
3	700	640	540	540	460	460
4	780	640	620	540	490	460
5	840	640	680	540	550	460
6	900	640	730	540	590	460
7	950	640	780	540	630	460
8	990	640	810	540	670	460
9	1020	640	850	540	700	460
10	1060	700	880	590	730	500
11	1090	760	910	640	760	540
12	1120	810	940	680	780	580
13	1140	860	960	720	800	610
14	1170	900	990	760	820	640
15	1190	940	1010	790	840	670
16	1210	980	1030	820	860	700
17	1230	1020	1050	850	880	720
18	1250	1050	1070	880	900	750
19	1270	1080	1090	900	910	770
20	1290	1110	1100	930	930	790

Tabel B.

Afmetingen dakzones (voorwaarden)

regel	voorwaarden	dakzone-breedte (a)
I	$d_1 \leq d_2$ en $d_1 \leq 3h$	0,1 $d_1$
II	$d_2 < d_1$ en $d_2 \leq 3h$	0,1 $d_2$
III	$d_1 \leq d_2$ en $d_1 > 3h$ en $d_2 > 3h$	0,04 $d_1$ of 0,45 h
IV	$d_2 < d_1$ en $d_1 > 3h$ en $d_2 > 3h$	0,04 $d_2$ of 0,45 h

Tabel C.

(zadeldak met gesloten onderdak)

Stuwfactor in de dakzone

dakhelling	dakzone					
	c	r	s	s*	t	u
10° - 30°	1,20	0,96	0,48	0,58	0,40	0,48
30° - 55°	0,90	0,90	0,60	0,90	0,48	0,48
55° - 90°	0,90	0,72	0,48	0,72	0,40	0,40

Tabel D.

(zadeldak met gesloten onderdak)

Weerstandsfactor (cx)

dakhelling	cx
15°	1,06
20°	1,06
25°	1,05
30°	1,04
35°	1,02
40°	0,99
45°	0,95
50°	0,91
55°	0,86
60°	0,80
65°	0,74
70°	0,67
75°	0,60
80°	-
85°	-
90°	-

Tabel E.

Bepaling verankering

dakzone	c	r	s	s*	t	u
$P_d$						
$R_d$						
verankering						
breedte a (m)						

## 5.2. Vorsten

In overeenstemming met NPR 6708 vorsten altijd mechanisch bevestigen. Verankering van vorsten met de Lafarge euro-vorsthaak, vastgezet op de ruiters met de voorgesmonteerde schroef voldoet aan deze eis. Voor de hoogte van de ruiters en de plaats van de bovenste panlat zie de Panmodelbladen. De ruiters en de bovenste panlat bevestigen met de Lafarge nokbeugel.

HV, Platte, Zadel- of Ballonvorsten liggen koud tegen elkaar; deze verankeren met de Lafarge rvs schroef 4,0 x 70 mm met neopreen volgving.

## 5.3. Hoekkepervorsten

Vorsten in combinatie met Lafarge aero hoekkeperband altijd verankeren met de Lafarge euro-vorsthaak, vastgezet op de ruiters met de voorgesmonteerde schroef. HV of Platte vorsten verankeren met de Lafarge schroef 4,0 x 70 mm met neopreen volgving. Kleine gezaagde stukken dakpan vermijden door tussenvoegen van halve of dubbele dakpannen. Gezaagde dakpannen mechanisch bevestigen met de euro-hoekkeperklem. Hiermee voldoet u dan aan de eisen van het Bouwbesluit.

## 5.4. Chaperonpannen

Chaperonpannen altijd verankeren met een Lafarge euro-panhaak in de zijsluiting én een Lafarge schroef van voldoende lengte met neopreen volgving in de flap. Deze verankering voldoet aan de eis van de NPR 6708. Chaperonpannen zijn hiervoor voorzien van een schroefgat.

## 5.5. Gevelpannen

Gevelpannen altijd verankeren met twee Lafarge rvs schroeven 5,0 x 40 mm met neopreen volgving voor betongevelpannen en 5,0 x 50 mm voor keramische gevelpannen (bij Stonewold gevelpannen Lafarge schroeven 4,0 x 70 mm).

Lafarge gevelpannen zijn hiervoor voorzien van schroefgaten.

Rechtergevelpannen bovendien vastzetten met een Lafarge euro-panhaak. De dakpannen naast de linkergevelpannen altijd verankeren met een Lafarge euro-panhaak. Deze verankering voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit.

## 5.6. Kilkepers

Kleine stukken dakpan bij kilkepers zoveel mogelijk voorkomen door het gebruik van halve pannen of dubbele pannen, vooral aan de linkerszijde van de kilgoot. Gezaagde dakpannen bevestigen met rvs schroeven met neopreen volgving.

## 5.7. Dakramen

Rondom dakramen de dakpannen over minimaal één rij verankeren met Lafarge rvs schroeven met neopreen volgving of Lafarge euro-panhaken.

## 5.8. Woningsscheidende wand

De strook boven een woningsscheidende wand, waar minerale wol tussen de panlatten is aangebracht voor luchtgeluidsisolatie, altijd dambordsgewijs verankeren met Lafarge euro-panhaken over de totale breedte van de minerale wol. Dambordsgewijze verankering is vaak niet nodig bij toepassing van het Lafarge GWP systeem.

## 5.9. Rekenvoorbeeld 1

### Woning, twee-onder-een-kap, zadeldak, dakhelling 30°

Gegevens:

ligging:	Maastricht
type dak:	zadeldak
dakhelling:	30°
dakbedekking:	model Sneldek
onderdak:	dakelement (gesloten)
nokhoogte gebouw ( $h_{ref}$ ):	8,5 m
goothoogte (h):	5,5 m
diepte gebouw ( $d_1$ ):	6 m
breedte gebouw ( $d_2$ ):	12 m
terrein:	onbebouwd.

#### 1. Windgebied

Uit het kaartje windgebieden blijkt dat het gebouw in windgebied III ligt.

#### 2. Bebouwd of onbebouwd gebied

Vastgesteld is dat het gebouw in onbebouwd gebied ligt.

#### 3. Gebouwhoogte ( $h_{ref}$ )

Hoogte van de nok tot het maaiveld: 8,5 m.

#### 4. Stuwdruk ( $P_w$ )

Gesloten gebouw (gesloten dakbeschot).

Stuwdrukwaarde ( $P_w$ ) van de wind is volgens tabel: 700 N/m<sup>2</sup>.

#### 5. Afmetingen dakzones

$$h_{ref} = 8,5 \text{ m}$$

$$h = 5,5 \text{ m}$$

$$d_1 = 6 \text{ m}$$

$$d_2 = 12 \text{ m}$$

Uit tabel afmetingen dakzones (voorwaarden) is af te lezen dat voorwaarde I van toepassing is.

De waarde van  $a = 0,1 \times 6 = 0,6 \text{ m}$ . Minimumwaarde van  $a$  is echter 1 m.

#### 6. Stuwdruk in de dakzones ( $P_d$ )

Door de stuwdruk ( $P_w$ ) te vermenigvuldigen met de stuwdrukfactor uit de tabel vinden we de stuwdruk  $P_d$  in de dakzones:

$$\text{dakzone c: } 1,20 \times 700 = 840 \text{ N/m}^2$$

$$\text{dakzone r: } 0,96 \times 700 = 672 \text{ N/m}^2$$

$$\text{dakzones s en u: } 0,48 \times 700 = 336 \text{ N/m}^2$$

$$\text{dakzones s*:$$

$$\text{dakzone t: } 0,40 \times 700 = 280 \text{ N/m}^2.$$

#### 7. Weerstand dakpannen ( $R_d$ )

In de tabel vinden we de weerstandsfactor ( $cx$ ) voor een dakhelling van 30°: 1,04.

Het gewicht van het model Sneldek is 410 N/m<sup>2</sup>.

De weerstand tegen opwaaien ( $R_d$ ) is dus  $R_d = 0,9 \times 1,04 \times 410 = 384 \text{ N/m}^2$ .

De gevonden weerstand  $R_d$  is in de dakzones  $s$ ,  $t$  en  $u$  groter dan de waarde van de stuwdruk  $P_d$ . In deze dakzones hoeven we de dakpannen dus niet te verankeren.

#### 8. Verankering per dakzone:

De gevonden waarden invullen in tabel E.

De zones  $c$  (boven- en onderzijde gevelzone) en  $r$  (deel nok- en gevelzone) dienen we over een breedte van 1 m te verankeren. Als we deze zones om de andere dakpan (dambordsgewijs) verankeren, hebben we 5 panhaken per m<sup>2</sup> nodig. De Lafarge euro-panhaak (model RBB Sneldek) heeft een rekenwaarde van 240 N. Vijf haken geven een extra weerstand van  $5 \times 240 = 1.200 \text{ N/m}^2$ . De totale weerstand  $R_d$  komt dan op  $384 + 1.200 = 1.584 \text{ N/m}^2$ . De verankering is dus ruimschoots voldoende. Daarnaast dienen we volgens de randvoorwaarden (zie boven) alle gevelpannen, alle nokvorsten en de strook boven de woningscheidende wand, indien daar minerale wol als luchtgeluidsisolatie is gebruikt, extra te verankeren.

Rekenvoorbeeld 1. Tabel E.

#### Bepaling verankering

dakzone	c	r	s	s*	t	u
$P_d$	840	672	336	336	280	336
$R_d$	384	384	384	384	384	384
verankering	ja	ja	nee	nee	nee	nee
breedte $a$ (m)	1	1	1	1	-	1

## 5.10. Rekenvoorbeeld 2

### Woning, twee-onder-een-kap, zadeldak, dakhelling 45°

Gegevens:

ligging:	Gouda
type dak:	zadeldak
dakhelling:	45°
dakbedekking:	model Sneldek
onderdak:	dakelement (gesloten)
nokhoogte gebouw:	8,5 m
gothoogte:	5,5 m
diepte gebouw:	6 m
breedte gebouw:	12 m
terrein:	onbebouwd.

#### 1. Windgebied

Uit het kaartje windgebieden blijkt dat het gebouw in windgebied II ligt.

#### 2. Bebouwd of onbebouwd gebied

Vastgesteld is dat het gebouw in onbebouwd gebied ligt.

#### 3. Gebouwhoogte ( $h_{ref}$ )

Hoogte van de nok tot het maaiveld: 8,5 m.

#### 4. Stuwdruk ( $P_w$ )

Gesloten gebouw (gesloten dakbeschot).

Stuwdrukwaarde ( $P_w$ ) van de wind is volgens tabel: 850 N/m<sup>2</sup>.

#### 5. Afmetingen dakzones

$$h_{ref} = 8,5 \text{ m}$$

$$h = 5,5 \text{ m}$$

$$d_1 = 6 \text{ m}$$

$$d_2 = 12 \text{ m}$$

Uit tabel afmetingen dakzones (voorwaarden) is af te lezen dat voorwaarde I van toepassing is.

De waarde van  $a = 0,1 \times 6 = 0,6 \text{ m}$ . Minimumwaarde van  $a$  is echter 1 m.

#### 6. Stuwdruk in de dakzones ( $P_d$ )

Door de stuwdruk ( $P_w$ ) te vermenigvuldigen met de stuwdrukfactor uit de tabel vinden we de stuwdruk  $P_d$  in de dakzones:

$$\text{dakzones c en r: } 0,9 \times 850 = 765 \text{ N/m}^2$$

$$\text{dakzone s: } 0,6 \times 850 = 510 \text{ N/m}^2$$

$$\text{dakzone s}^*:$$

$$\text{dakzones t en u: } 0,48 \times 850 = 408 \text{ N/m}^2.$$

#### 7. Weerstand dakpannen ( $R_d$ )

In de tabel vinden we de weerstandsfactor ( $c_x$ ) voor een dakhelling van 45°: 0,95. Het gewicht van het model Sneldek is 410 N/m<sup>2</sup>.

De weerstand tegen opwaaien ( $R_d$ ) is dus  $R_d = 0,9 \times 0,95 \times 410 = 351 \text{ N/m}^2$ .

De gevonden weerstand  $R_d$  is in alle dakzones kleiner dan de waarde van de stuwdruk  $P_d$ ; we dienen alle dakzones te verankeren.

#### 8. Verankering per dakzone:

De gevonden waarden invullen in tabel E.

De zones c, r, s en u dienen we over een breedte van 1 m te verankeren.

Als we deze zones om de andere dakpan (dambordsgewijs) verankeren, hebben we 5 panhaken per m<sup>2</sup> nodig. De Lafarge euro-panhaak (model RBB Sneldek) heeft een rekenwaarde van 240 N. Vijf haken geven een extra weerstand van  $5 \times 240 = 1.200 \text{ N/m}^2$ . De totale weerstand  $R_d$  komt dan op  $351 + 1.200 = 1.551 \text{ N/m}^2$ . De verankering is dus ruimschoots voldoende.

Als we het dakvlak t om de andere dakpan (dambordsgewijs) verankeren, hebben we 5 euro-panhaken per m<sup>2</sup> nodig. Dit geeft een extra weerstand van  $5 \times 240 = 1.200 \text{ N/m}^2$ . De totale weerstand  $R_d$  komt dan op  $351 + 1.200 = 1.551 \text{ N/m}^2$ . De verankering is dus ruimschoots voldoende.

Daarnaast dienen we volgens de randvoorwaarden (zie boven) alle gevelpannen, alle nokvorsten en de strook boven de woningscheidende wand, indien daar minerale wol als luchtgeluidsisolatie is gebruikt, extra te verankeren. In het voorbeeld wordt het hele dak dambordsgewijs verankerd, de extra eis geldt hierbij niet.

Rekenvoorbeeld 2. Tabel E.

#### Bepaling verankering

dakzone	c	r	s	s*	t	u
$P_d$	765	765	510		408	408
$R_d$	351	351	351		351	351
verankering	ja	ja	ja		ja	ja
breedte a (m)	1	1	1		1	1