

## **Vanadis 6 - SuperClean™** Produktfakta og anvendelsesområder

Uddeholm A/S  
Kokmose 8 · 6000 Kolding  
Tlf.: 75 51 70 66 · Fax: 75 51 70 44  
[www.uddeholm.dk](http://www.uddeholm.dk)  
e-mail: [info@uddeholm.dk](mailto:info@uddeholm.dk)



## Produkt- og egenskabsprofil

Vanadis 6 SuperClean er et højtlegeret krom-molybdæn-vanadium-stål som er fremstillet ved hjælp af pulvermetallurgi. Det har følgende generelle egenskaber:

- Stor slidstyrke (kombineret abrasiv/adhæsiv profil)
- Høj trykstyrke
- God sejhed
- Meget stor dimensionsstabilitet ved varmebehandling
- Meget stor varmebestandighed
- Meget fine gennemhærdningsegenskaber
- Høj grad af renhed

Betegnelsen SuperClean betyder, at materialet har en ekstrem høj renhed, som er opnået gennem nyeste pulvermetallurgiske processer og tæt kvalitetsstyring. Denne høje renhed giver endnu bedre værdier på poleringsegenskaber og på sejhed/duktilitet. Vanadis 6 SuperClean er særdeles egnet til overfladebelægninger som f.eks. CVD og PVD.

Retningsanalyse %	C 2,1	Si 1,0	Mn 0,4	Cr 6,8	Mo 1,5	V 5,4
Leverings tilstand	Blødgjødning til ca. 255 HB					
Farvemærkning	Grøn/mørkegrøn					

## Anvendelsesområder

De mest kritiske værktøjsparametre beskrives ofte som:

- Optimal hårdhed for anvendelsesområdet
- Stor modstandsdygtighed overfor slid
- Stor sikkerhed med havarier, udflisning og revnedannelse

Sikkerhed mod havarier er et vigtigt parameter i moderne produktion. Det kræver en god sejhed i værktøjsmaterialet, men samtidig ønskes ofte stor slidstyrke. Netop denne kombination er uhyre vanskelig at opnå, da sejhed normalt svækker slidstyrke og omvendt, men pulvermetallurgi har gjort det muligt at opnå den efter

tragtede kombination af sejhed og slidstyrke. Vanadis 6 SuperClean er specielt egnet til lange serier, hvor en blanding af abrasivt og adhæsivt slid er dominerende, eller hvor udflisning, revnedannelse eller plastisk deformation kan forekomme. F.eks.:

- Stansning og finstansning af hårde materialer
- Optræk med krav til stor trykstyrke
- Pulverpresning
- Ved krav om overfladebelægning
- Forme og værktøjer udsat for blandet eller abrasivt slid
- Knive

## Værktøjsfremstilling

Et højt indhold af legeringselementer har indflydelse på bearbejdningen og varmebehandlingen, men dette pulvermetallurgisk fremstillede Uddeholm-stål er ikke så meget vanskeligere at bearbejde end andre værktøjsstål, hvis anvisningerne i denne brochures sidste afsnit følges.

Den fortræffelige dimensionsstabilitet letter værktøjsfremstillingen betydeligt i forhold til konventionelt fremstillede stål.

## Egenskaber

### Fysiske data

Nedenstående data gælder for Vanadis 6 - SuperClean, i hærdet og anløbet tilstand med en hårdhed på 60 HRC

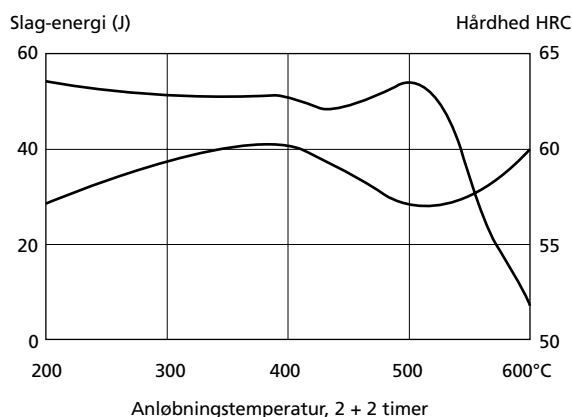
Temperatur	20°C	200°C	400°C
Densitet Kg/m <sup>3</sup>	7.610	–	–
Elasticitetsmodul N/mm <sup>2</sup> Kp/mm <sup>2</sup>	225.000	210.000	190.000
Varmeudvidelses - koefficient pr.°C, fra 20°C	–	11,2 x 10 <sup>-6</sup>	12,0 x 10 <sup>-6</sup>
Varmeledningsevne W/m°C	18	22	25

\*) Varmeledningsevne er vanskelig at måle. Værdien kan ikke gives med højere sikkerhed end ± 15%.

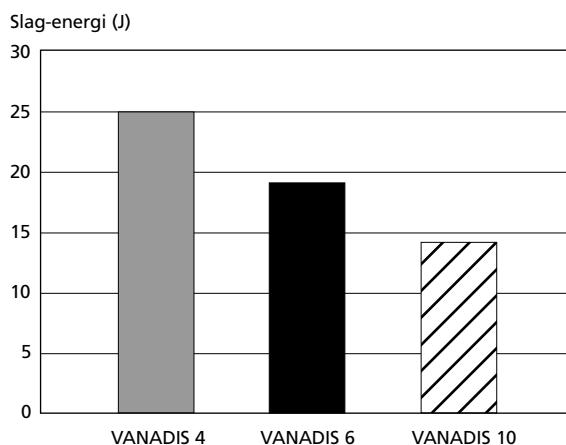
## Slagsejhed

Slagsejhedstesten er foretaget ved rumtemperatur og med forskellige hårdheder i længderetning.

Testdimension: 7 x 10 x 55  
 Testtype: Slebet, uden kær  
 Hærdet ved 1060°C, kølet i luft  
 Anløbet 2 x 2 timer



Slagsejhed ved rumtemperatur for Vanadis 4, Vanadis 6 og Vanadis 10 ved 62 HRC. Testemnerne er udtaget i tværretningen. Højtemperatur anløbne emner.



## Trykstyrke

Hårdhed	Trykstyrke Rp0,2,N/mm <sup>2</sup>
60 HRC	2290
62 HRC	2530
64 HRC	2760

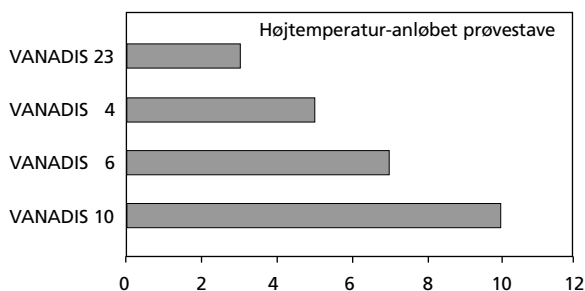
Højtemperatur anløbet 525°C, 2 x 2 timer

## Slidstyrke

"Pin on disc" test med SiO<sub>2</sub>. Hårdhed er 62 HRC for alle typer stål. Højtemperatur anløbet tilstand.

Slidtest (prøvestave mod slibepapir-SiO<sub>2</sub>)

Pointskala 1-10 (10 er bedst) Abrasivt slid



## Varmebehandling

### Blødgødning

Beskyt stålet mod afkuling og gennemvarm det til 900°C. Køl derefter langsomt ned med 10°C pr. time til 750°C, hvorefter der køles i fri luft.

### Afspændingsglødning

Efter grovbearbejdning bør emnet opvarmes til 650°C. Temperaturen fastholdes i 2 timer, hvorefter der køles langsomt, til man har opnået en temperatur på 500°C, derefter i fri luft.

### Hærdning

Forvarmningstemperatur: Forvarmning normalt ad to omgange, 600-650°C og 900-950°C.  
 Austenitiseringsstemperatur: 1000-1150 °C.  
 Normalt 1060 °C.  
 Holdetid 30 min.

Holdetid = tid ved hærdetemperaturen efter at emnet er fuldstændigt gennemvarmt. Holdetid i 30 min. under 1100°C, og 15 min. over 1100°C.

Beskyt emnet mod afkuling og oxydering under opvarmning og hærdning.

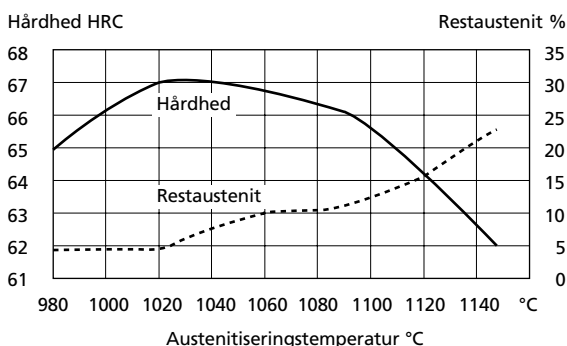
### Kølemedie

- Vakuunkøling med gasovertryk 2-6 bar
- Saltbad eller hvirvelbad ved 500-550°C
- Saltbad eller hvirvelbad ved ca. 200-350°C

Kølingen foretages kontinuerligt indtil temperaturen er ca. 50-70°C. Anløbning foretages umiddelbart efter.

For at opnå optimal sejhed anbefales vakuum med overtryk eller varmbad ved 500-550°C Saltbadshærdning, emner med godstykkelser >50 mm bør køles med blæseluft for at opnå den rette hårdhed. Køling uden blæseluft medfører nedsat hårdhed.

### Hårdheden som funktion af austenitiseringstemperaturen

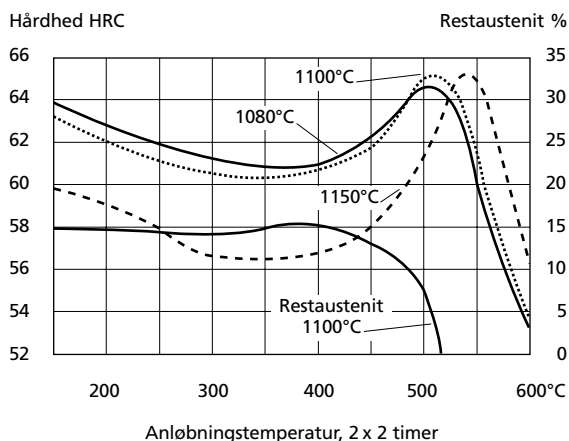
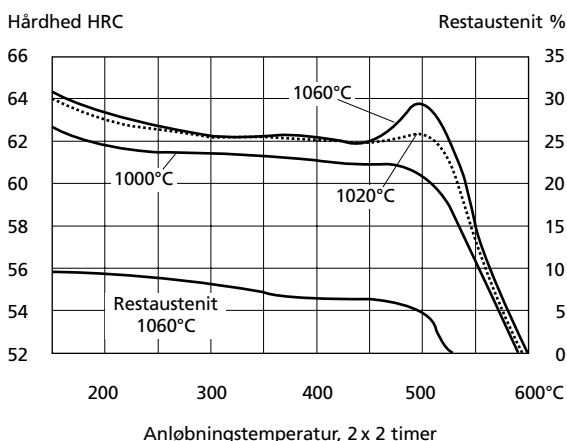


## Anløbning

Hårdheden reguleres med anløbningstemperaturen (se skema). Anløb altid 2 gange af 2 timers varighed efter fuld gennemvarmning. Materialet køles til rumtemperatur mellem hver anløbning. Mindste anløbningstemperatur 180°C. Denne anløbningstemperatur skal anvendes ved små dimensioner og enkelt værktøj. For middelstore værktøjer samt mere komplicerede værktøjer skal man mindst anløbe ved 250°C eller en højere temperatur.

Ved hærkningstemperaturen på 1100°C eller derover skal Vanadis 6 anløbes mindst 3 gange ved 525°C for at mindske restaustenitindholdet.

### Anløbningsdiagram



### Anløbning efter dybkøling

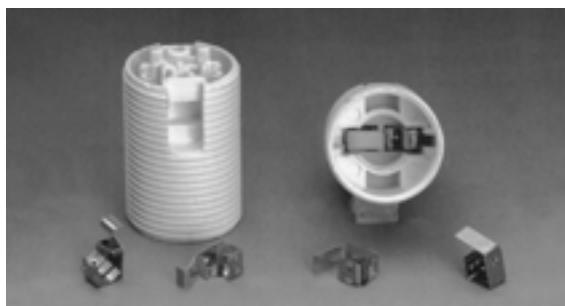
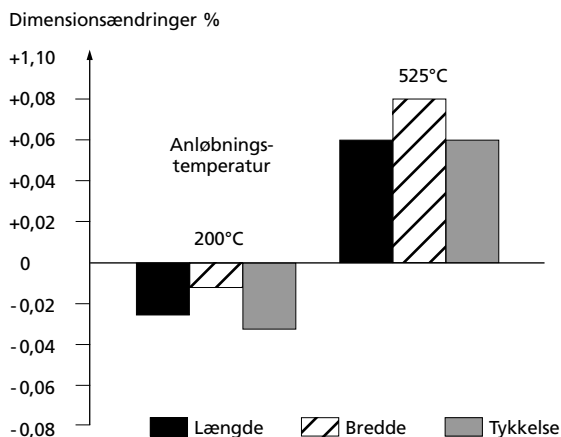
Anløbningstemperaturen ved høj anløbning bør sænkes 25°C for at opnå den ønskede hårdhed.

## Dimensionsstabilitet

Dimensionsændringerne måles efter austenitisering ved 1060°C/30 min. efterfulgt af køling ved gas i en vakuumovn.

Størrelse på prøveemne: 65 x 65 x 65 mm

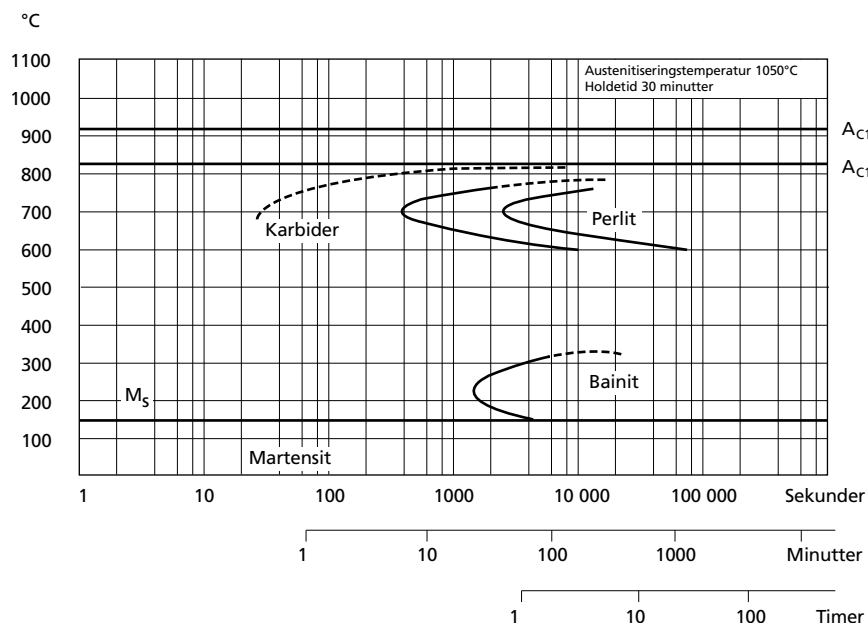
Austenitiseringsstemperatur 1050°C  
Holdetid 30 minutter



Elektriske dele udstanset med VANADIS 6 stansværktøj.

### TTT-diagram

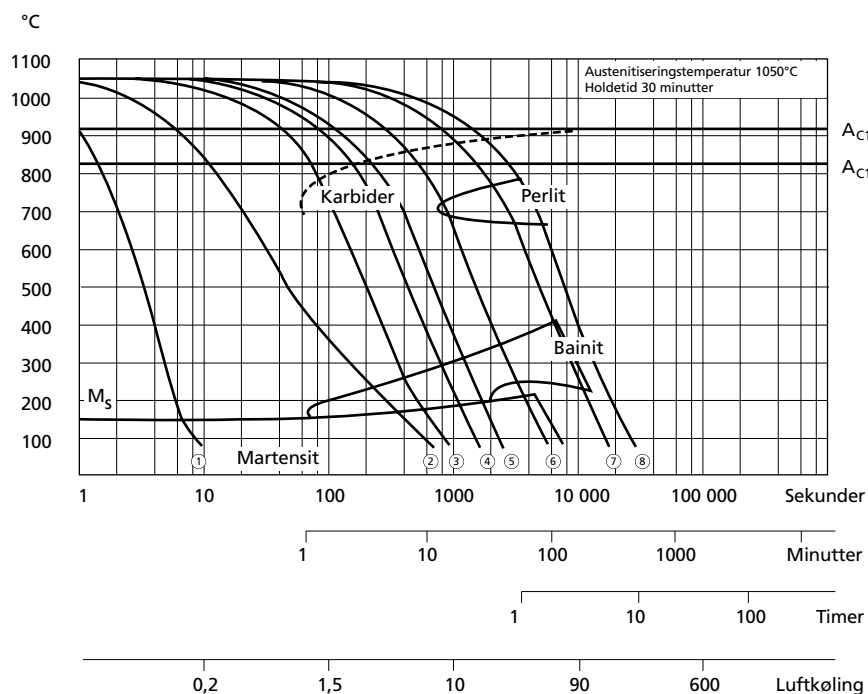
Austenitiseringsstemperatur 1060°C  
Holdetid 30 minutter



Temperatur °C	Tid (timer)	Hårdhed HV 10
800	2,25	824
750	4,08	306
700	0,48	394
650	2,17	464
600	16,56	882
450	6,41	882
400	16,35	920
350	16,35	870
300	2,15	857
250	5,42	642
200	2,13	870

### CCT-diagram

Austenitiseringsstemperatur 1060°C  
Holdetid 30 minutter



Kølekurve nr.	Hårdhed HV 10	T <sub>800-500</sub> (sek.)
1	870	2
2	870	31
3	870	140
4	870	280
5	870	450
6	762	1030
7	498	3205
8	351	5215

## Dybkøling

Emner, der kræver maksimal dimensionsstabilitet, kan dybkøles ved -70 til -180 °C umiddelbart efter hærkning i 1-3 timer efterfulgt af anløbning. Denne behandling vil give en hårdhedsforøgelse på ca. 1 HRC. Undgå komplekse former, da de risikerer at revne.

## Overfladebelægning

For nogle værktøjer kan der være behov for at opnå en lavere friktion og større slidstyrke. Disse egenskaber kan opnås ved nitrering eller ved CVD, PVD eller TDP belægninger med Titan Nitrid, Titan Carbide, Wolfram Carbide eller en kombination af flere materialer, som forbedrer egenskaberne. Den høje hårdhed og sejhed gør sammen med en god dimensionsstabilitet VANADIS 6 til et ideelt basismateriale for overfladebehandlinger.

## Nitrering og nitrokarburering

Nitrering og nitrokarburering giver et hårdt overfladelag, der er meget modstandsdygtig over for slid og adhæsivt slid. Efter nitrering er overfladehårdheden ca. 1250 HV<sub>0,2 kg</sub>. Lagets tykkelse bør vælges meget omhyggeligt efter applikationen.

## PVD

Physical Vapour Deposition, PVD, er en belægning, som udføres ved en temperatur mellem 200-500°C. Belægningen forøger grundmaterialets slidstyrke og sænker friktionen. Varmebehandlingen skal tilpasses den efterfølgende belægning med en anløbningstemperatur, der er højere end procestemperaturen. Hårdhed efter belægning 1800-3000 HV.

## CVD

Chemical Vapour Deposition, CVD, er en belægning, som udføres ved en temperatur på ca. 1000°C, også denne belægning forøger slidstyrken på grundmaterialet. Efter belægningen foretages en hærkning af værktøjsstålet i vakuum for at beskytte den belagte overflade. Ved denne belægningsform er det vigtigt, at værktøjsstålet er formstabilt. Det er Vanadis 6 og andre Uddeholm stål, der er fremstillet ved hjælp af pulvermetallurgi.

## Bearbejdningsdata

De anførte bearbejdningsdata, som er udarbejdet på Uddeholms laboratorium, gælder for Vanadis 6 i blødgødet tilstand. De er vejledende og skal tilpasses den lokale maskinpark.

### Drejning

Bearbejdningsdata	Drejning med hårdmetal		Drejning med HSS
	Skrubdrejning	Sletdrejning	Sletdrejning
Skærehastighed (v <sub>c</sub> ) m/min.	70-100	100-120	8-10
Tilspænding (f) mm/omdr.	0,3-0,6	<0,3	<0,3
Spåndybde (a <sub>p</sub> ) mm	2-6	<2	<2
ISO bearbejdningsgruppe	K20 Belagt hårdmetal	K15 Belagt hårdmetal	

### Boring

#### HSS spiralbor

Bor diameter mm	Skærehastighed (V <sub>c</sub> ) m/min.	Tilspænding (f) mm/omdr.
<5	8*	0,05-0,10
5-10	8*	0,10-0,20
10-15	8*	0,20-0,25
15-20	8*	0,25-0,30

\*) For TIN-belagte HSS-bor v<sub>c</sub> ~ 14 m/min.

#### Hårdmetalbor

Bearbejdningsdata	Type af bor		
	Korthulsbor	Fast hårdmetal	Loddet hårdmetal <sup>1)</sup>
Skærehastighed (v <sub>c</sub> ) m/min.	90-120	60	30
Tilspænding (f) mm/omdr.	0,05-0,25 <sup>2)</sup>	0,10-0,25 <sup>2)</sup>	0,15-0,25 <sup>2)</sup>

1) Bor med indvendig kølekanal og en loddet hårdmetal platte dvs. Coromant Delta eller Sumitomo multi-bor

2) Afhængig af bor-diameter

## Fræsning

### Plan - og kantfræsning

Bearbejdnings-data	Fræsning med hårdmetal		Fræsning med HSS
	Grov-fræsning	Slet-fræsning	Slet-fræsning
Skærehastighed ( $v_c$ ) m/min.	50-70	70-100	12
Tilspænding ( $f_z$ ) mm/tand	0,2-0,4	0,1-0,2	0,1
Spåndybde ( $a_p$ ) mm	2-4	1-2	<2
ISO bearbejdningsgruppe	K20 Belagt hårdmetal	K15 Belagt hårdmetal eller keramik	-

### Pindfræsning

Bearbejdnings-data	Type af fræsere		
	Fast hårdmetal	Vendeskær hårdmetal	HSS
Skærehastighed ( $v_c$ ) m/min.	40	70-90	7 <sup>1)</sup>
Tilspænding ( $f_z$ ) mm/tand	0,03-0,2 <sup>2)</sup>	0,08-0,2 <sup>2)</sup>	0,05-0,35 <sup>2)</sup>
ISO bearbejdningsgruppe	K10,P40	K15	-

<sup>1)</sup> For TIN-belagte endefræsere  $v_c \sim 23$  m/min.

<sup>2)</sup> Afhængig af spalte eller sidefræsning og skærediameter.

## Slibning

Generelle data for slibeskiver. Yderligere information er til rådighed i Uddeholms brochure "Slibning af værktøjsstål".

### Anbefalinger for slibeskiver

Type af slibning	Blødgødet tilstand	Hærdet tilstand
Planslibning (baneslibning)	A 46 HV	B151 R50 B3 A 46 GV
Planslibning (segment)	A 36 GV	A 46 GV
Rundslibning	A 60 KV	B151 R50 B3 A 60 JV
Hulslibning	A 60 JV	B151 R75 B3 A 60 IV
Profilslibning	A 100 IV	B126 R100 B6 A 100 JV

## Gnistbearbejdning - EDM

Når gnistbearbejdning foretages i hærdet og anløbet tilstand afsluttes altid med en fingrning, det vil sige lav spænding og høj frekvens. For at opnå de bedste egenskaber i Vanadis 6 bør den gnistede overflade slibes/poleres bort.

Efter gnistbearbejdning foretages en anløbning ved en temperatur på max 25°C under den tidligere anvendte anløbningstemperatur i 2 timer for at mindske spændingsforholdet i den gnistede overflade.

Ved gnistbearbejdning af større emner eller komplicerede former skal VANADIS 6 anløbes ved høje temperaturer over 500°C.

## Yderligere information

Kontakt Uddeholm for yderligere information om stålvalg, varmebehandling og anvendelsesområder for Uddeholms værktøjsstål.

Tlf. 75 51 70 66

## Sammenligningstabel for Uddeholms Koldarbejderstål

Materialeegenskaber og evnen til at modstå skadesmekanismer

Uddeholm ståltype	Hårdhed	Skærbarhed	Slibbarhed	Dimensionsstabilitet	Abrasivt slid	Adhæsivt slid	Udflisning/totalhavari	Plastisk deformation
CALMAX	██████	██████	██████	██████	██	██	██████	██
SVERKER 21	██████	██████	██████	██████	██	█	█	██████
VANADIS 4	██████	██████	██████	██████	██	██████	██████	██████
VANADIS 6	██████	██████	██████	██████	██	██████	██████	██████
VANADIS 10	██████	██████	██████	██████	██	██████	██████	██████
VANADIS 23	██████	██████	██████	██████	██	██████	██████	██████
VANADIS 30	██████	██████	██████	██████	██	██████	██████	██████
VANADIS 60	██████	██████	██████	██████	██	██████	██████	██████
M2	██████	██████	██████	██████	██	██	█	██████