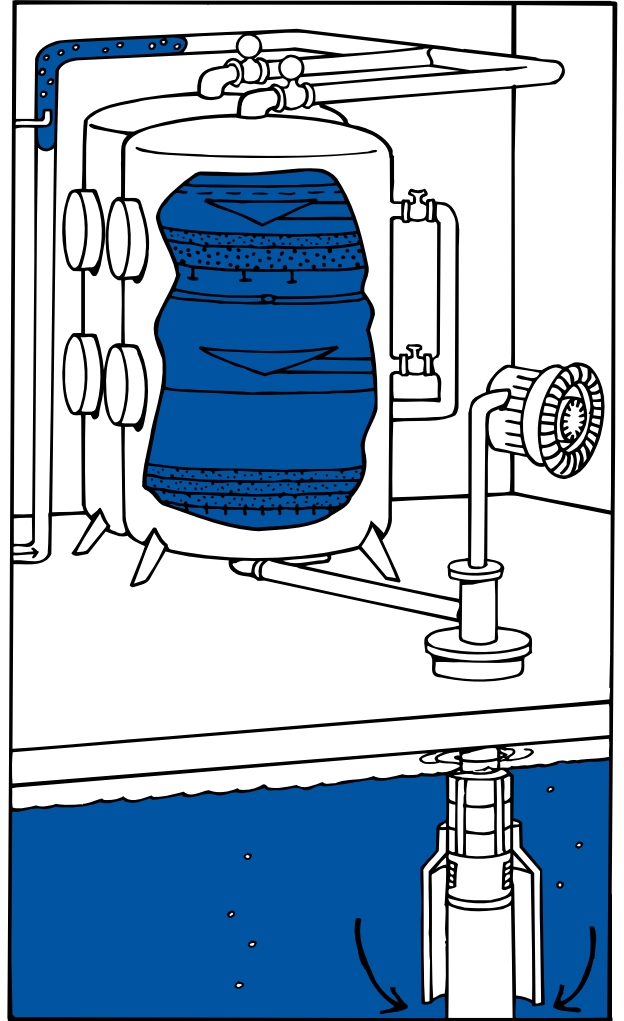


Mühendislik El kitabı

Derinkuyu dalgıç
pompaj sistemi



Mühendislik El Kitabı 2005

GRUNDFOS Pompa
San. ve Tic. Ltd. Şti.
Bulgurlu Cad. No:32
34696 Üsküdar, İstanbul
Tel : 0.216.428 03 06 Pbx
Fax: 0.216.327 99 87 / 88
www.grundfos.com

Mühendislik El Kitabı 2005 içerisinde kullanılan teknik döküman ve resimler Grundfos'a aittir.
Basılı veya dijital yayınlarda kısmen veya tamamen kullanmak ilgili kanun gereği suç teşkil etmektedir.
Tüm hakkı saklıdır © 2005

Baskı : Aydemir Matbaacılık
Tel : 0212 221 97 54

İçindekiler

Yeraltı suyu gereksinimleri -----	5	Su koçu (su darbesi) -----	63
Pompa çıkış gereksinimleri -----	5	Su koçunun boru içinde yarattığı vakum -----	64
Ham su ve arıtılmış su kapasiteleri -----	6	Agresif su -----	65
Enerji tüketimi önemli hususlar -----	7	Diyagramı kullanımı için örnek -----	65
Kuyu ve kuyu loğu -----	9	Pompanın ve borunun korozyonu -----	66
Kuyu dizaynı -----	9	Çözüm -----	66
Su analizi -----	9	Kavitasyon -----	67
Malzeme kaybı -----	10	Diyagram -----	68
Kuyu rejenerasyonu -----	13	Eksenel itme kuvveti -----	69
Ham su boru sistemi -----	15	Dur/Kalk çalışmada eksenel itme kuvveti -----	69
Periyodik olarak yüksek su ihtiyacı -----	21	Kumlu su -----	71
Paralel Bağlama -----	21	Gazlı su -----	73
Yüksek basınçlı su -----	27	Gaz tahliye etme sistemi -----	73
Seri bağlama -----	27	Vakumlu kuyular -----	73
Çalıştırma ekipmanı -----	31	Yüksek kalkış frekansı -----	75
İlk çalıştırma akımını azaltmak için metotlar -----	31		
Endüstriyel motorlar -----	35		
Motor soğutması -----	37		
Yüksek su sıcaklığı -----	37		
Dalğış motoru için düzeltme katsayısı -----	38		
Soğutma ceketi -----	38		
Güç kaynağı -----	41		
Düşük voltaj ve yüksek voltaj -----	42		
Sonuç -----	42		
Voltaj deęişkenlięi -----	42		
Akım değişkenliği -----	43		
Frekans -----	45		
Voltaj düzensizliği -----	45		
Kablolar ve kablo bağlantıları -----	49		
Kablo seçimi -----	49		
Motor kablosunun bağlanması ve kablo terminalleri -----	52		
Motor kablosu fişi -----	52		
Frekans konvertörlü çalıştırma -----	53		
Jeneratörlü çalıştırma -----	55		
Kolon borusu -----	57		
Boru korozyonu -----	57		
Çözüm -----	57		
Boru bağlantıları ve montaj -----	58		
Tüp kolon borusu -----	58		
Periyodik kontrol -----	61		



Yeraltı suyu ihtiyaçları

Yeraltı suyu ihtiyaçları

Pompa çıkış gereksinimleri

Çeşitli tüketim tiplerinde kullanılan suyun her bir tüketim tarzına özel karakteristiği vardır. Maksimum su ihtiyaçının hesaplanmasında kullanılan çok çeşitli metotlar vardır bunlar hem bilgisayar ortamında hem de elle hesaplamaya imkan verir.

Grafik metodu ise kabaca aşağıdakilerin su ihtiyaçının bulunması için kullanılan bir yöntemdir.

- Ofis binaları
- Apartmanlar
- Çok katlı alışveriş merkezleri
- Hastaneler
- Oteller

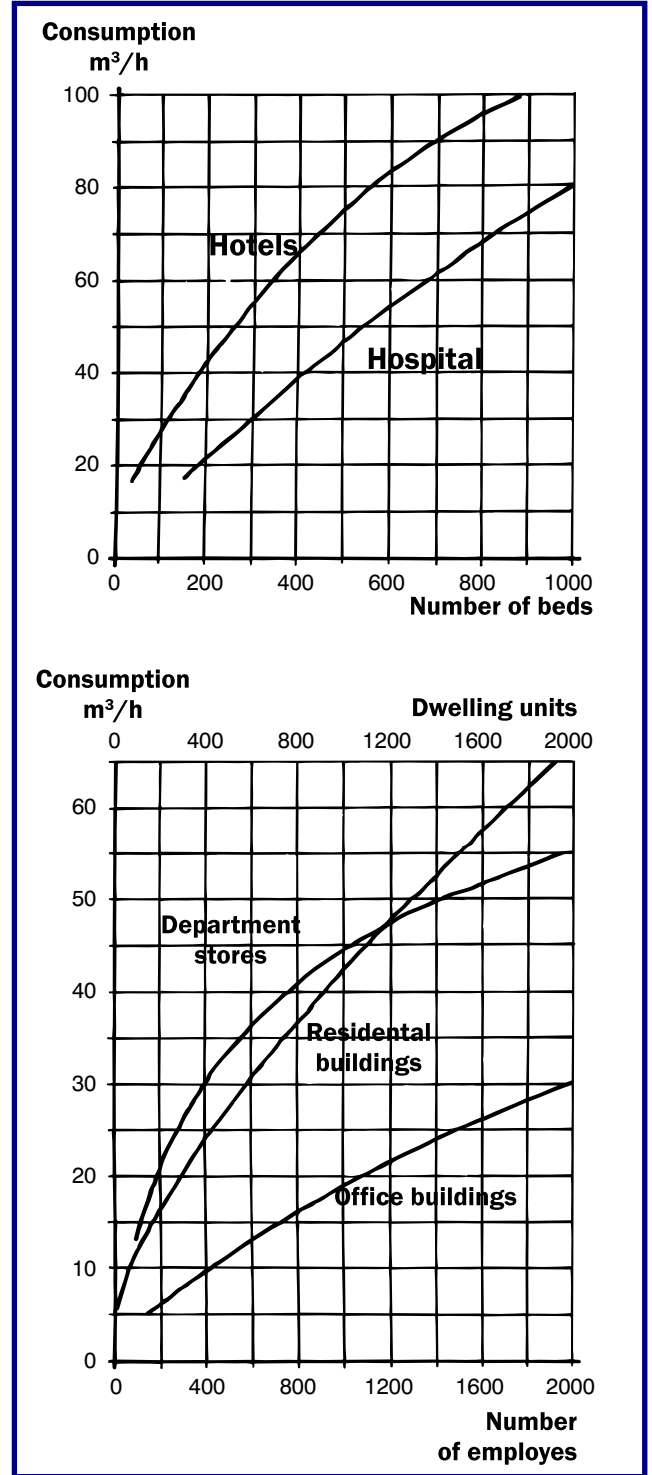
Örnek

Kategori	Birimler	Tüketim m ³ /h
Apartmanlar	2,000 birim	70
Ofis binaları	2,000 çalışan	30
Çok katlı alışveriş merkezleri	2,000 çalışan	55
Oteller	1,000 yataklı	110
Hastaneler	1,000 yataklı	80
Maksimum yükleme (yaz sezonunda)		345

Günlük tüketimin hesaplanması için faktörler:

- Minimum 100 tüketici : Faktör 8
- Minimum 30 tüketici : Faktör 4
- Minimum 10 tüketici : Faktör 2,5

Yukarıdaki örnekteki maksimum günlük tüketim faktörü $8 \times 345 \text{ m}^3/\text{h} = 2,760 \text{ m}^3/\text{gün}$ olacaktır.



Şekil 1 : Çeşitli su tüketim kategorilerine sahip yerlerin en yüksek su tüketimi

Yeraltı suyu ihtiyaçları

Ham su ve arıtılmış su kapasiteleri

Eğer bir arıtım tesisi temiz su deposuna veya kulesine sahip değilse ham su ve arıtılmış su kapasiteleri maksimum saatlik tüketiminde birbirine eşit olmalıdır. Örneğin Qham su = 345 m³/h

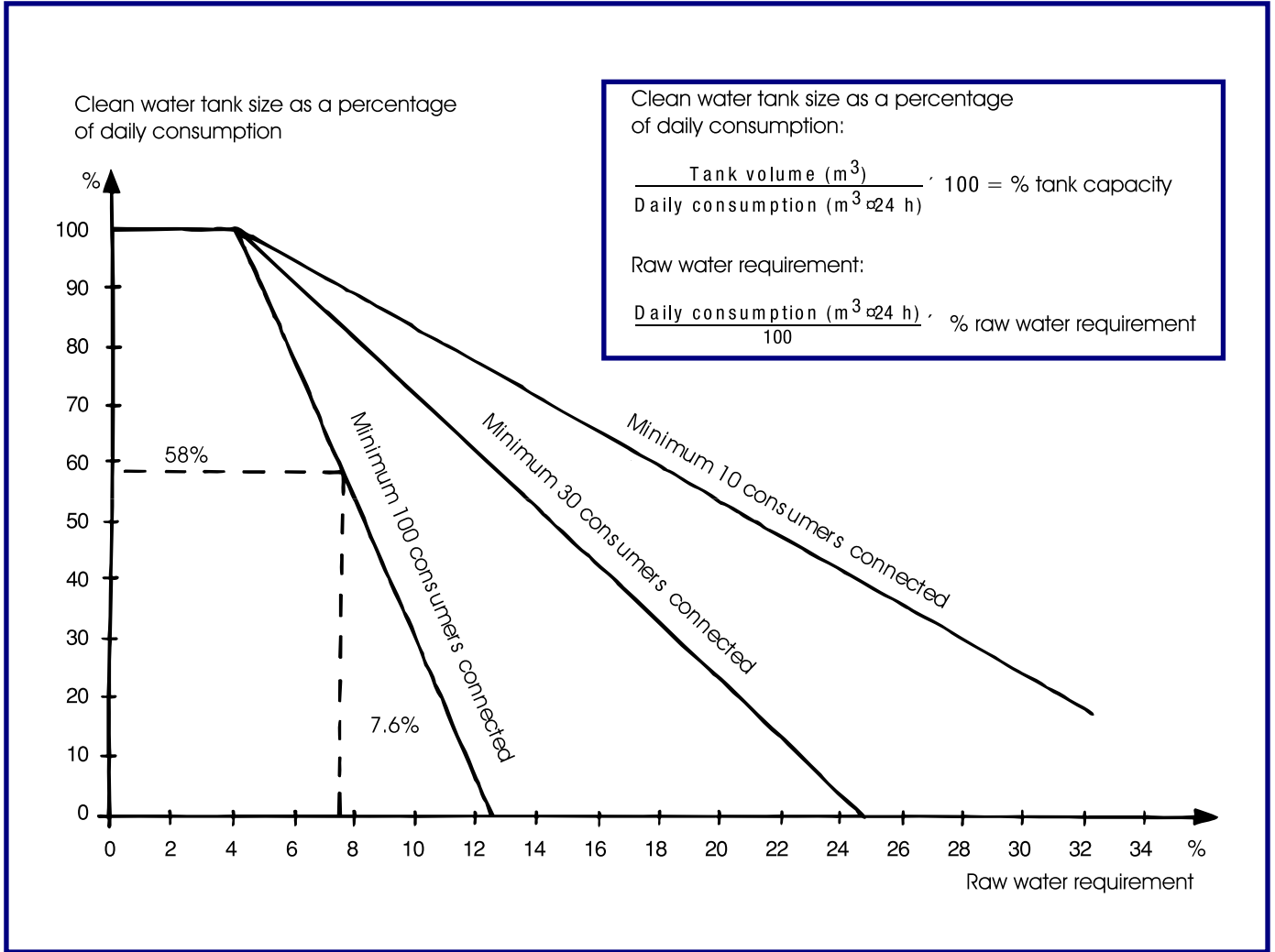
Eğer arıtım tesisi bir temiz su tankına veya 2,760 m³ lük kapasitesi olan su kulesine sahipse, en yüksek yükleme durumu su depolarının kapasitesini de kapsmalıdır. Bu demektir ki ham su pompaları yaklaşık 1 saat civarında 2,760/24 m³/h = 115 m³/h kapasite ile sabit çalışabilir.

Temiz su tankının ve/veya su kulesinin en efektif hacmi ve arıtım tesisinin maksimum kapasitesinin kritik ilk yatırım maliyeti hesabı, yeraltı su kuyuları ile bağlantılıdır.

Örneğin; 1,600 m³ hacminde bir temiz su tankı var, bu demektir ki su deposu, günlük tüketimin $1,600 / 2,760 \times 100 = \%58$ 'inden oluşmaktadır.

345 m³/h'lik en yüksek pik tüketiminde ve 2,760 m³/gün'ün maksimum tüketiminde ve 1600 m³ lük en efektif temiz su tank hacmi ile, ham suyun kapasitesi en az $2,760 \times 7,6 / 100 = 210$ m³/h olmalıdır. %7,6 şekil 2 den alınmıştır. $2,760 / 210 = 13$ saat/gün bize ham su pompalarının maksimum çalışma zamanını verecektir.

210 m³/h en az üç veya dört kuyu arasında bölüştürülür. Bu her iki durumda da bir yedek pompa yerleştirilmiş olmalıdır.



Şekil 2. Günlük tüketimin (m³/gün) yüzdesi olarak ham su ve arıtılmış su kapasitesi (m³/h)

Yeraltı suyu ihtiyaçları

Enerji tüketimi -önemli hususlar

Teknik yönden sadece ham su pompalanmasının boyutlandırılması önemli değildir. Enerji tüketim maliyeti için diğer faktörlerinde olduğu göz önünde tutulmalıdır.

1. Eğer elektrik fiyatlandırılması belirli gün ve gece tarifesinde daha düşük ise ham su ve arıtma tesisi nemli ölçüde düşük tarifeli zamanlarda çalıştırılması üzerine boyutlandırılmalıdır.
2. Eğer enerji korunumu düşük tarifeli zamanlarda dahi sınırdaki ise pompalama bir minimuma indirilmelidir, yani en uzun kabul edilebilir periyotta yer almalıdır.
3. Uygun olan en ekonomik ve güvenilir durumu elde etmek için kapasite mümkün olduğunca bir kaç pompaya bölünmelidir.
 - a)Yüksek verim , düşük enerji maliyeti demektir.
 - b)Ham su boruları içindeki düşük hız, düşük enerji maliyeti ve düşük sürtünme kayıpları demektir.
 - c)Çok pompanın sıralı çalıştırılması pompa arızalanmasından dolayı veya servis ve bakımdan dolayı oluşan zaman kaybını azaltır.
 - d)Arıtma sisteminin ortalama yükünün düşük olması daha temiz ve kaliteli su teminine imkan tanır ayrıca geri yıkama için daha az su ve enerji kullanılır.
 - e) Pompalamanın azaltılması ile kuyunun ve akiferin (yer altı su katmanı) daha az yüklenmesi sağlanacaktır. Bunun sonucunda servis ve bakım için belirlenen aralıklar azalacak kuyunun ömrü uzayacaktır.



Kuyu ve kuyu logu

Kuyu ve kuyu logu

Kuyu dizaynı

Kuyunun dizaynı müşterinin istediği su ihtiyacına ve akifer'e (yeraltı su katmanlarına) göre veya akiferden çıkartılabilecek suyun toplam miktarına göre belirlenir. Kuyu dizaynı şunları içerir ;

- Uygun akifer'i (su katmanını) seçmek
- Gerekli filtreyi seçmek ve çakılları toplamak,

Uygun pompanın seçimi yapılırken, montajcı ve sondajcı için doğru kuyu logunun bilinmesi çok önemlidir.

Bu belge her yeni kuyu yerleşiminde olması gereken bir belgedir. Mevcut kuyular içinde ayrıca kuyu kapasitesine özgü yenilenmiş bir kuyu logu , akifer'in güvenilirliği, katı partikül içeriği ve bu gibi bilgilerin bulunması gereklidir.

Su analizi

Genel

Pompa ve motorunun malzemesinin seçimi için anahtar parametrelerin miktarını gösteren bir su analiz raporunun bulunması önemlidir.

Kum içeriği

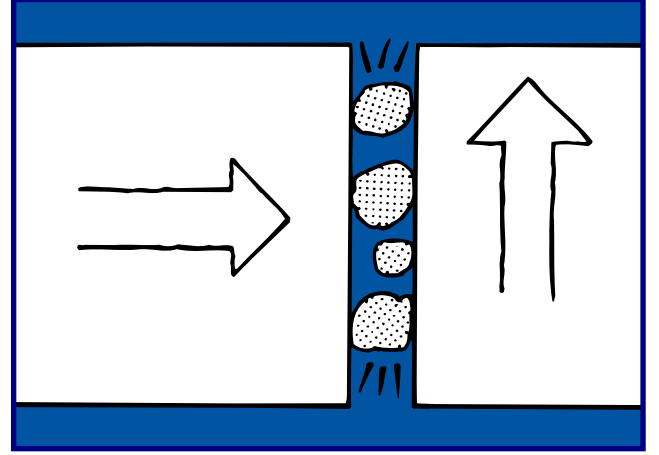
Doğru açılmış bir kuyu kum, silt veya küçük partiküller vermez. Silt çoğunlukla demir, mangan ve kalsiyum oksidin birleşmesiyle oluşur. Arıtma tesisi tarafından tutulmuş katı partiküller filtrelerin geri yıkanması sırasında tekrar serbest kalacaktır. Grundfos silt ve kum içeriğinin maksimum 50 ppm (mg/l) olmasını tavsiye eder. Bu demektir ki bir bardak suyun içerisinde kum veya silt gözüküyor olması gerekir.Eğer bu şart sağlanmışsa pompa ve motor ömrü için beklenen süre gerçekleşecektir.Eğer kum ve silt içeriği yüksekse pompanın, motorun ve kuyunun ömrü düşecektir.

Aşınma

İki türlü aşınma şekli vardır; Aşınma (Abrazyon) ve Erozyon,

Aşınma (Abrazyon)

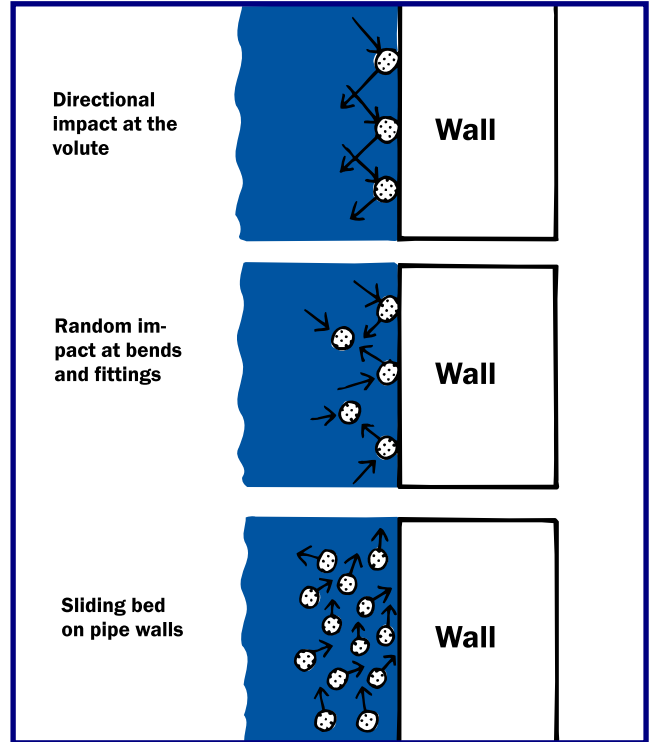
Birbiri üzerinde kayan ve çok yakın çalışan yüzeyler arasında katı partiküller olduğunda aşındırıcı bir etki meydana gelir. Mil ve rulman arasında veya çark ve aşınma halkası arasında olduğu gibi.



Şekil 3. Aşınma (abrazyon)'un çalışma prensibi

Erozyon

Süspansiyon halinde katı partiküller bulunduğu erazyon aşınmanın en baskın çeşididir. Su içerisinde süspansiyon halinde bulunan partiküller tarafından meydana gelen bu etki pompa yüzeyinde malzeme kaybına yol açar.



Şekil 4. Erozyon'un çalışma prensibi

Kuyu ve kuyu logu

Su Agresivitesi

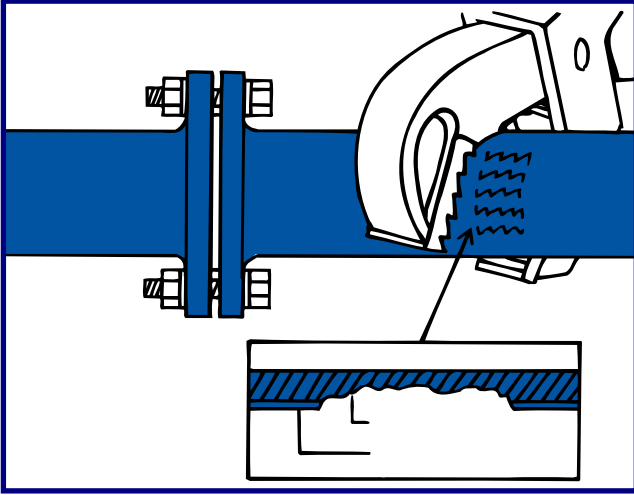
Suyun agresifliği de pompa ömrü ve malzemesinin seçiminde büyük önem taşımaktadır.

Korozyon

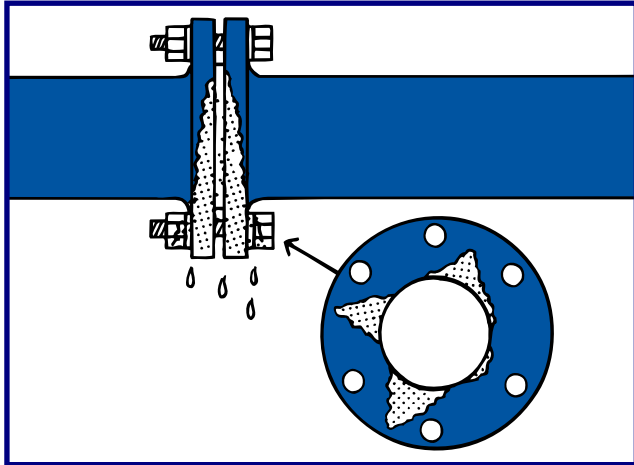
Metallerin korozyonu, elektrik akımı ve çok çeşitli kimyasal faktörlerin karışımından oluşur. Bu olayın açıklaması çok karışık bir fenomendir.

Bir çok korozyon çeşidi vardır, karıncalanma şeklindeki delikler oluşturan pitting korozyon, düzgün dağılmış şekilde korozyon, birbirine temas eden yüzeylerin erimesi şeklinde oluşan galvanik korozyon, yarık şeklinde korozyon, tanecikler şeklinde korozyon ve korozyonun yol açtığı gerilme. Bu korozyon tiplerinin çoğu erozyon ile birlikte görülür. Erozyon ve korozyonun en önemli etkisinin görüldüğu durum bu kombinasyonda ortaya çıkar ve sıklıkla bunu ayrı ayrı tarif etmek çok güçtür.

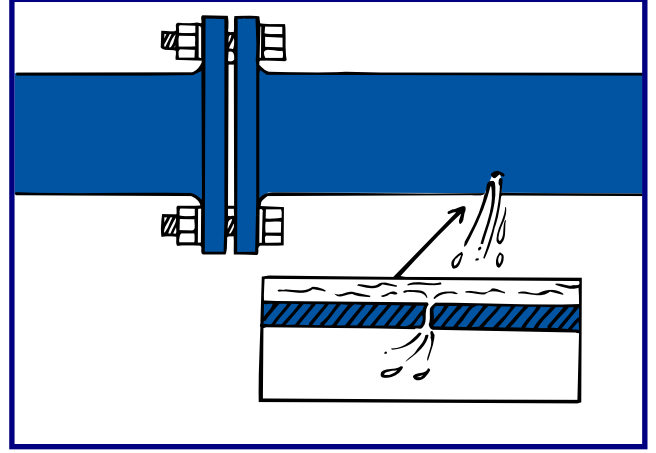
Bundan dolayıdır ki can alıcı önemli nokta bu aşınma karakteristiklerinin belirlenmesidir. Pompa tipi ve malzemesinin seçiminde tamamı ile bunlar göz önünde tutulmalıdır.



Şekil 5. Galvanik korozyon



Şekil 6. Yarık şeklinde korozyon



Şekil 7. Pitting korozyon

Malzeme kaybı

Malzeme kaybı abrazyon, erozyon ve korozyonun birleşiminden oluşur ve aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

Bronz bir pompadaki malzeme yüzeyi kaybı döküm pompadaki kaybın sadece yarısı kadar olacaktır. Fakat bronz sıklıkla pompalanan sıvı içerisine ağır gri metaller serbest bırakır bundan dolayı sadece özel uygulamalarda kullanılabilir.

Sıradan dökme demirden veya çelikten yapılmış pompalar suyun içerisine demir oksitler (pas) bırakacaktır. Bu demir oksitler (pas) suyun tadını kötüleştireceği gibi boru sistemi içerisinde birikmelere yol açar ayrıca küvet ve tuvaletlerde kahverengi lekeler oluşturur, çamaşırının rengini kaybetmesine sebep olur, sıcak su depolarının, çamaşır makinalarının ve bulaşık makinalarının ısıtıcılarının üzerini kaplar ve bu gibi etkileri vardır.

Suyun içerisindeki demir oksit, tüketicileri istenilmeyen güçlü kimyasalları kullanmaya zorlar.

Ana malzemenin paslanmaz çelik olarak kullanıldığı sistemlerde pompa suyu kirletmeyecektir ve tamamıyla geri dönüşümü yapılabilen sonuç olarak çevreye son derece duyarlı bir seçim olacaktır.

Kuyu ve kuyu logu

Su sıcaklığı

Bütün bunların üzerine sıcaklığın, suyun agresivitesi üzerine etkisi olacaktır ve sonuç olarak motor ve kablo seçimini etkileyecektir. Eğer yeraltı suyu agresif ise kuyu içerisindeki su sıcaklığı çok dikkatli biçimde ölçülmelidir. 15° C sıcaklık yükselmesinin korozyona çift kat etkisi vardır.

Kirlilik kaynakları

Yeraltı suyu sondaj sırasında depodan sızan yağ tarafından veya pompalama dışından gelen yağ ile kirlenmiş olabilir.

Hat pompaları

Motoru yüzeye yerleştirilmiş hat pompalarında milin merkezlenmesi için iki çeşit rulman sistemi mevcuttur.

Suyla Yağlamalı rulmanlar

Suyla yağlamalı rulman kullanılan pompalar, pompa ve milin paslanmaz çelik malzemeden imal edilmesi durumunda suyun kalitesinde bir risk oluşturmaz.

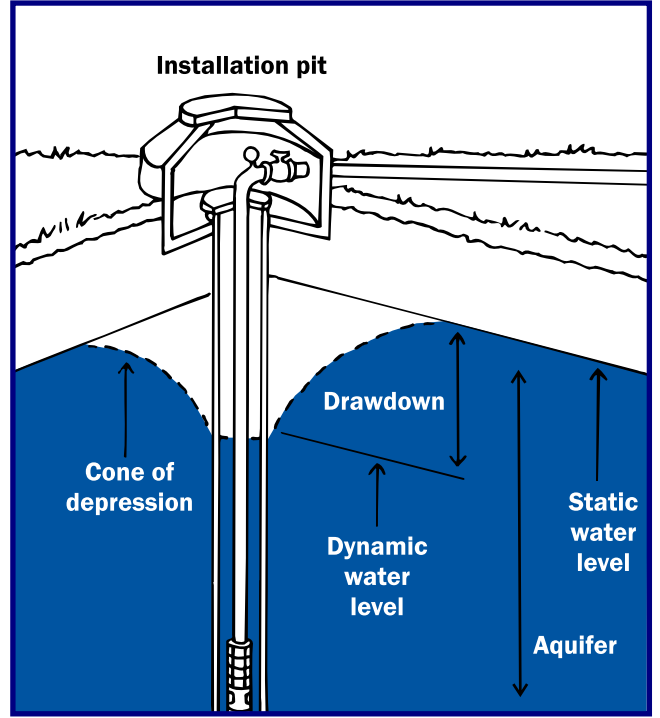
Yağ ile yağlamalı rulmanlar,

Bu tip rulmanlar suda çok büyük bir kirlenme riski oluşturur. Rulman yatağında oluşacak bir korozyon veya rulmanın zarar görmesi yada aşınmasından dolayı içme suyu içerisine yağ karışması ile oluşacak bir kirlenme örnek olarak gösterilebilir. Bir litre yağ, bir milyon litre sudan daha fazlasını kirletebilecek güçtedir ki bunu temizlemek için kum filtresideğiştirilmeli ve kilometrelerce borunun hem kimyasal hem mekanik olarak temizlenmesi ve uygun suyun yeniden sağlanması gereklidir.

Hat pompaları genellikle motor veriminin yüksek olmasından dolayı geleneksel bir seçimdir. Bugün, dalgıç motorlarının verimi bu tipteki standart motorların verimine çok yakın yapılabilmektedir. Böylece dalgıç motor seçmek ile aynı ekonomi yapılmış olacaktır. Bundan dolayıdır ki bu pompa tipi rulman kayıplarına ve kolon borusu tarafından oluşan yüksek sürtünme kayıplarına sahip değildir. Bunun yanında dalgıç pompa kurulumu daha ucuz olacaktır.

Pompa testi

Kuyu logu dinamik su seviyesinin stabilitesinden bağımsız olarak, pompanın en az 48 - 72 saat arasında çalıştırılarak elde edilen test raporunu da içermelidir.



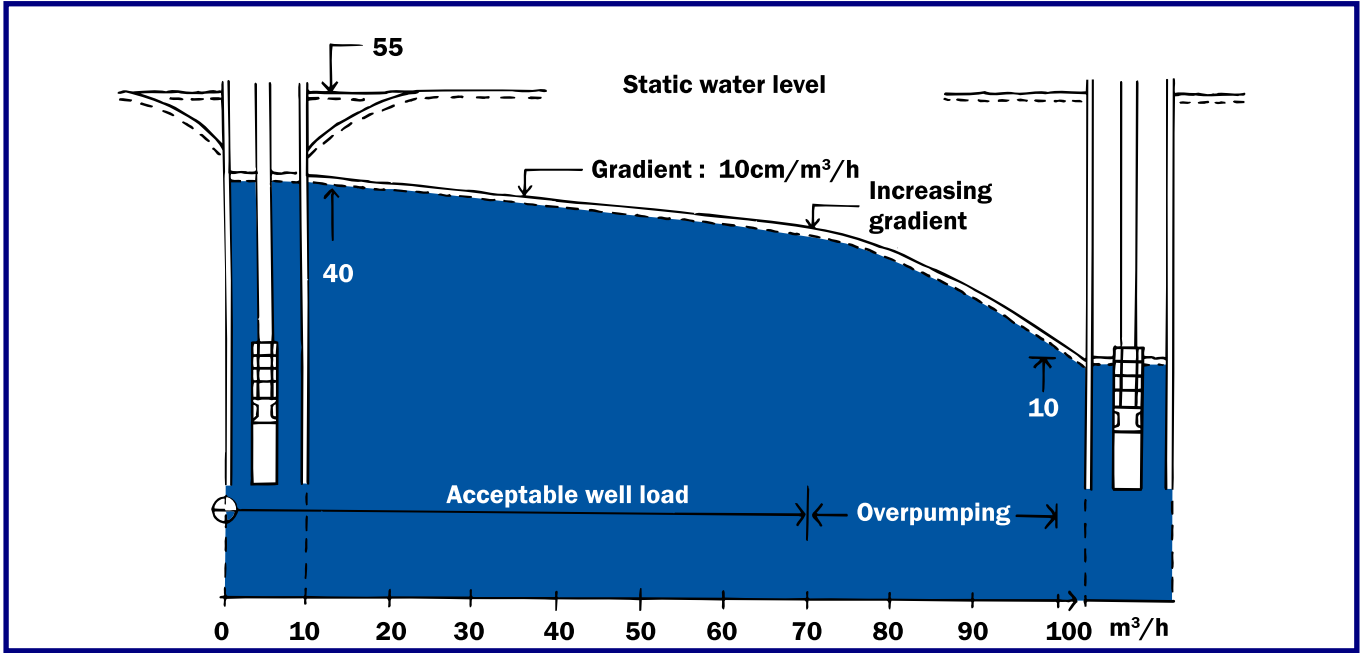
Şekil 8. Su akışı ve yeraltı suyunun çekilişi

24 saatin üzerindeki bir periyotta dinamik su seviyesi pompalama sırasında hareket etmemelidir. Pompalama testi ek bir 24 saat daha başka bir pompanın da aynı akiferden pompalama yapmasında da devam etmelidir ve dinamik su seviyesi bu test sırasında da statik kalmalıdır. Eğer bu şartlar sağlanırsa diğer faktörler değişmediği sürece aşırı pompalama herhangi bir risk oluşturmaz. Aşırı pompalama, akiferin kuyuyu yeniden doldurmasına fırsat bırakmadan fazla su pompalamak demektir.

Aşırı pompalama aşağıdaki nedenlerden önerilmez.

- Kuru çalışma riskini artırır.
- Kumun pompa içerisine hucüm etme riskini artırır.
- Dinamik su seviyesinin düşmesine neden olur. Bu durum daha derinden su çıkmasına, suyun yukarı çıkartılmasındaki maliyetin artışına ayrıca çalıştırma maliyetinin artmasına neden olur.

Kuyu ve kuyu logu



Şekil 9. Dinamik su seviyesi çeşitleri

- Aşırı pompalama derin su çekilmesine neden olacaktır. Buda oda içerisinde oksidasyona neden olacaktır. Demirin oksitlenmesinden oluşacak pas ise kuyunun ve pompanın tıkanmasına sebep olacaktır. Kuyunun yenilenmesi için servis maliyetinin artmasına ve kuyu ömrünün azalmasına neden olacaktır.
- Aşırı pompalama akiferdeki suyun seviyesinin azalmasına neden olacaktır. Bu durum çeşitli kimyasal değişimleri beraberinde getirir ve ağır metallerin çökmesine neden olur. Nitratın ve zararlı böcek ilaçlarının suyun içerisine süzülmesine ve böyle bir suyun artırılması için daha fazla masraf yapılmasına yol açacaktır.

Kuyunun veya akifer suyunun aşırı pompalanmasının yol açtığı en genel sorun su tüketiminin artması, kuyu sayısı veya su rezervuarı sayısının artmadan yeraltı su pompalarının çalışma zamanının uzaması veya pompa kapasitesinin artırılmasına neden olur.

Akifer Yüğü

Birkaç saat sabit debide pompalama yapıldığında kuyu içerisindeki dinamik su seviyesi yaklaşık sabit kalmalıdır. Eğer seviyede çok fazla düşme varsa bu pompalanan sıvının akıştan çok daha fazla olduğunu gösterir. Eğer seviye yıldan yıla düşerse pompalama düşmüş olacak ve su diğer akiferlerden kullanılmış olacaktır.

Kuyu yüğü

Pompanın testi sırasında belirli aralıklarla pompalanan suyun artması ve azalması dinamik su seviyesinin azaldığını gösterir. Eğer pompalamanın artmasına karşın seviye düşmesinin miktarı işaretlenecek olursa bu yaklaşık bir parabole benzeyecektir.

Akışın azalması ile lineer düşme

Akışın yavaşça azaltılması, yani 1 m³/h miktarındaki kapasite artışı 10 cm/m³ lük seviye düşmesi yaratacaktır. Bu seviye düşmesi yaklaşık lineer olacaktır.

10 m³/h ile 20 m³/h arasında bir artış sonucunda ise su seviyesi yaklaşık 1 m azalacaktır. 10 m³/h ile 30 m³/h arasında akıştaki bir artış ise su seviyesini yaklaşık 2 m azaltacaktır. Akışın yavaşça azaltılması sabit debide bakıldığında seviye düşüşü eğrisini lineere yaklaştıracaktır.

Büyük miktarda akış sırasında Parabolik seviye düşüşü

Akış miktarını büyük miktarda arttırdığınızda süzgeç içerisinde büyük miktarda sürtünme direnci artacaktır. Akifer ikinci dereceden parabolik seviye düşüşü eğrisi verecektir. Bu şu manaya gelir kuyu içerisinde pompalamanın bir miktar artması ile büyük miktarda su seviyesinin düşmesi gerçekleşir.

80 m³/h den 90 m³/h'e kadar bir artış olduğunda ek olarak yaklaşık 5m lik bir seviye düşmesi yaratacaktır. 80 m³/h den 100 m³/h'e çıktığında ise seviye düşüşü yaklaşık 11m den daha fazla olacaktır.

Seviye düşme eğrisi lineerden çok eğimliye doğru giderken meydana gelen akış en ekonomik kuyu yükü gösterir. Eğer kuyu su ihtiyacını karşılayamaz ise hatta uzun süreli çalışmada dahi karşılayamazsa aşağıdakiler yapılmış olmalıdır.

- Bir uzman çağırılarak probleme baktırılır.
- Ekstra bir kuyu yaptırılır.

Kuyu ve kuyu logu

Kuyunun yenilenmesi

Temizlik ve kullanım için ham suyu yukarıya çıkarmak için pompalamadan önce pompanın yeniden bir testinin yapılmış olması gerekir. Eğer kuyunun kendine özgü performansında yıllar geçtikçe bir düşme görülürse Kuyunun eski orijinal performansına dönmesini sağlamak için sırasıyla kuyuyu geliştirmek yenilemek gereklidir.

Eğer bu mümkün değilse performansın yükseltilebilmesi için verimi eskisine göre daha yüksek, uygun başka bir pompa kullanılabilirliği denetlenmelidir. Ham su pompaları için enerji maliyeti bu pompaların toplam ömrünün %80-90'ı kadar olabilir. Bu nedenle pompa verimi en önemli parametre olmalıdır.

Bununla birlikte sırasıyla temizleme ve kullanım için doğru zamanın seçimi, her bir kuyu ve pompanın tek tek sabit performanslarının, önemli çalışma bilgilerinin örneğin debi, basınç ve dinamik su seviyesi gibi dataların görüntülenmesi ve kayıt edilmesi gereklidir. Konu ile ilgili Grundfos CU 3 kontrol ünitesi bu iş için ideal bir çözüm olacaktır.

Bu çalışma datalarının kwh/m³ dahil olmak üzere devamlı bir şekilde kayıt edilmesi, kuyunun gerek duyulmadan elden geçirilmesine gerek kalmadan pompa testini yapacaktır. Ayrıca bu datalar uygun bir pompa ile pompanın değiştirilmesinde direkt kullanılabilir.



Ham su boru sistemi

Ham su boru sistemi

Doğru hesaplanmış ve dizayn edilmiş bir boru sistemi arıtma tesisindeki kuyu için gerekli bakım ve işletim masrafını en aza indirir. Bunun için gerekli şu 3 koşul her zaman geçerlidir.

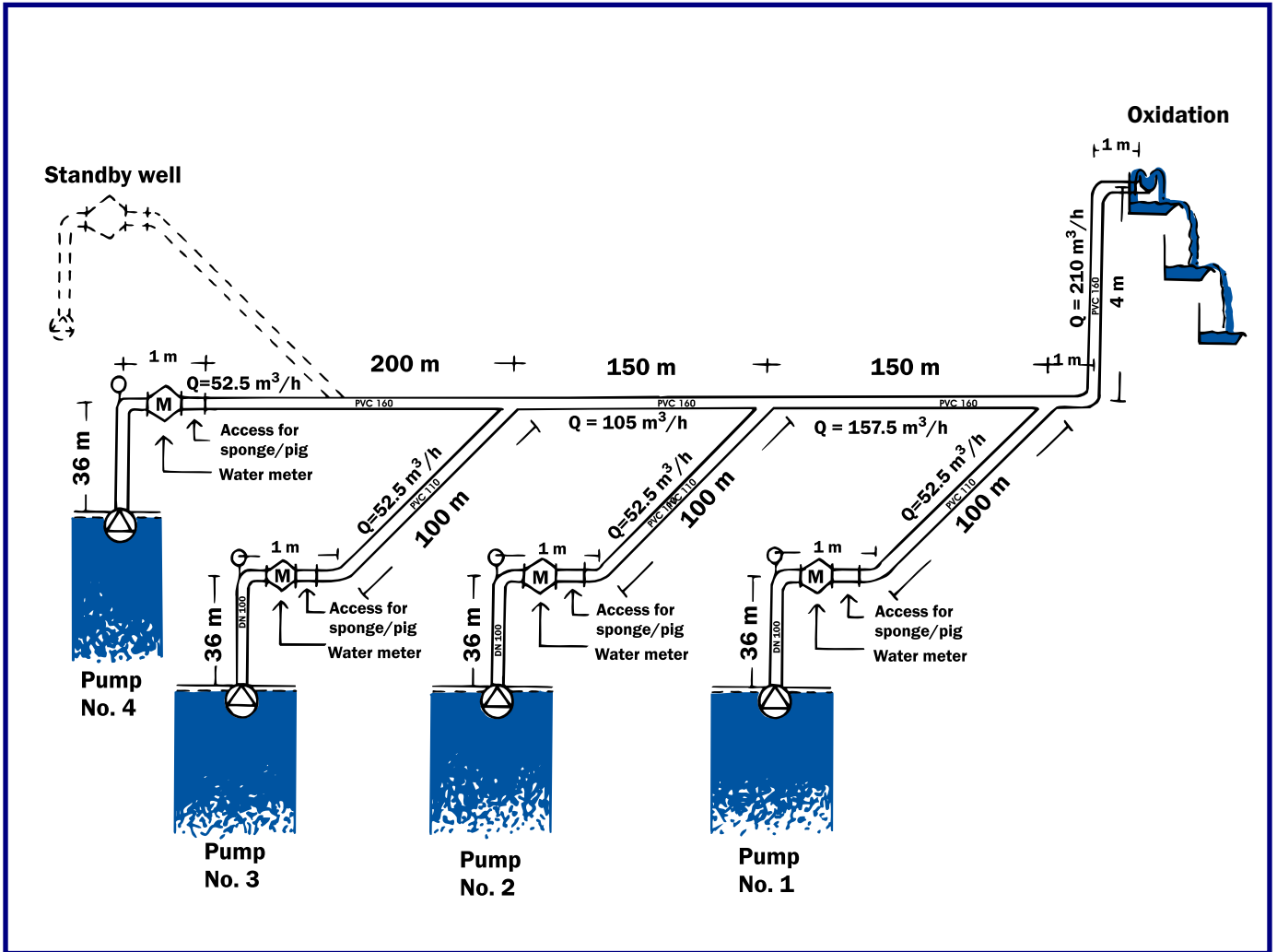
1. **Minimum sürtünme kaybı** = Pompalama için minimum güç tüketimi
2. **Sünger ve çubuk ile temizlik maksadıyla ulaşmak** = Kuyu filtresinin ve pompanın bağlantı parçalarının içindeki partikül ve metal oksitlerin ucuz ve hızlı bir şekilde temizlenmesi

3. **Su darbesini emme** = Basınç değişimlerinden dolayı oluşan kirliliğin hiç nüfuz etmemesi,

Boru sistemlerindeki sürtünme kayıpları, su tüketiminin artmasıyla çalışmaya başlayan bir kaç adet ham su pompasının birlikte çalışması sonucunda ortaya çıkar. Sürtünme kayıplarının pompaların çalışma noktası üzerine çeşitli etkileri vardır. Sonuç olarak pompaların çalışma maliyetini etkiler. Sistem için doğru pompa, ilgili her durumda en yüksek verime sahip olmalıdır.

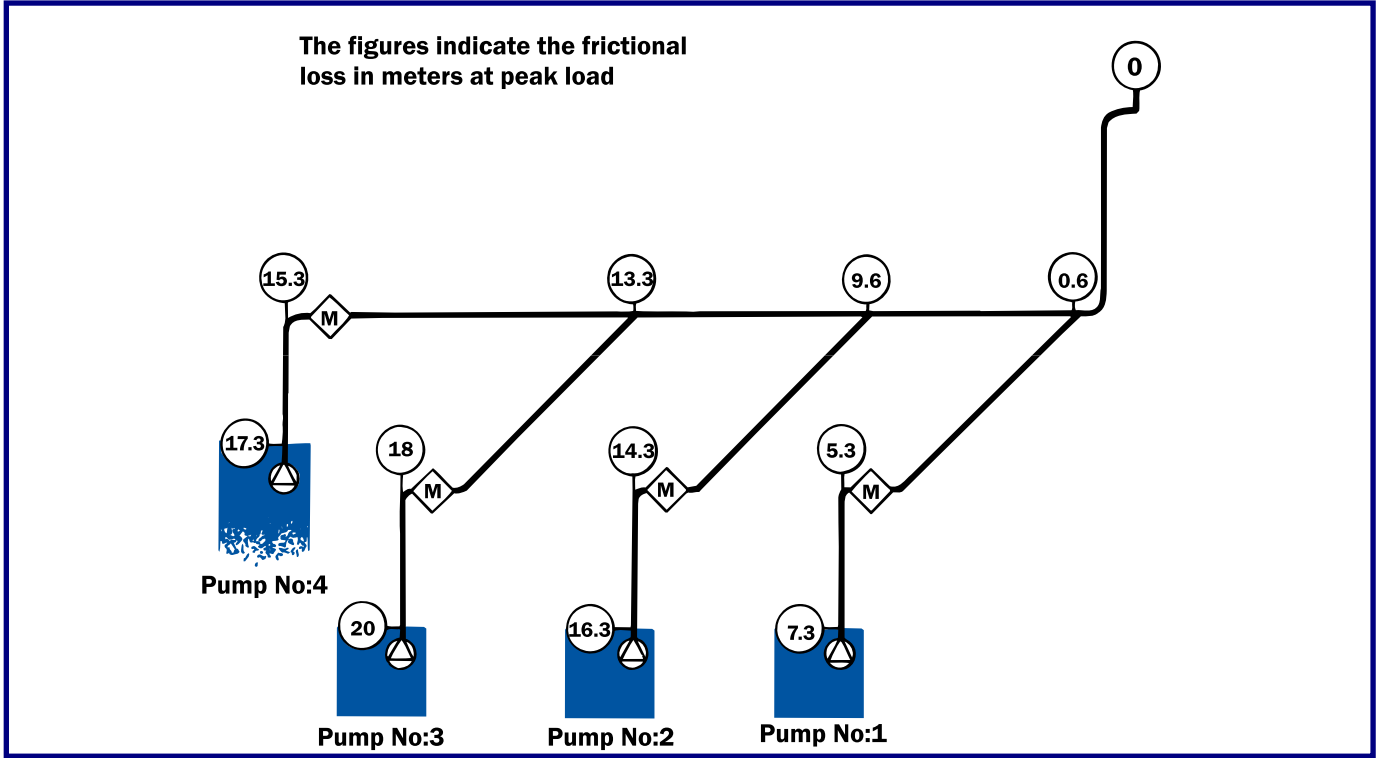
Örnek

Q_{\max} ham su	210 m ³ /h
Q_{\max} günlük tüketim	2,760 m ³ /h
Q_{gece} tüketimi	25 m ³ /h
Q_{ortalama} tüketimi	500,000 m ³ /yıl



Şekil 10 : Q_{\max} tüketimde beklenen kapasiteler ve boyutlar

Ham su boru sistemi



Şekil 11 : Q_{max} tüketimde beklenen sürtünme kayıpları

		Pump No. 1	Pump No. 2	Pump No. 3	Pump No. 4
1	Statik yükseklik (m)	40	40	40	40
2	Sürtünme kaybı (m)	7.3	16.3	20	17.3
3	Manometrik yükseklik (m)	47.3	56.3	60	57.3
4	Debi (m^3/h)	58	58	52.6	56
5	Verim eğrisindeki pziyonu	left side	left side	left side	left side
6	Pompa ve motor	SP 60-6 11 kW	SP 60-7 13 kW	SP 60-7 13 kW	SP 60-7 13 kW
7	P_2 (kW)	10.2	11.9	11.9	11.9
8	Motor yükü	92%	91%	91%	91%
9	50hz 3x400 V daki amper ve Cos ϕ	22 A 0.81	26 A 0.79	26 A 0.79	26 A 0.79
10 a	P_1 (kW) = $\sqrt{3} \times 400 \times I \times \cos \phi$	12.3	14.2	14.2	14.2

10 b	Alternatif hesaplama P_1 (kW): $\frac{P_2}{\eta_{motor}}$	$\frac{10.2}{0.82} = 12.3$	$\frac{11.9}{0.83} = 14.3$	$\frac{11.9}{0.83} = 14.3$	$\frac{11.9}{0.83} = 14.3$
11	Toplam verim $\frac{Q \times H \times 9.81 \times 100}{3.6 \times P_1 \times 10^3}$	61%	62%	61%	61%
12	m^3 başına tüketim (kWh/ m^3)	$\frac{12.3}{58} = 0.21$	$\frac{14.2}{58} = 0.25$	$\frac{14.2}{52.6} = 0.27$	$\frac{14.2}{56} = 0.25$
13	Yüksek sürtünme kayıplarında arttırılmış güç tüketimi	0%	+19%	+28%	+19%

Tablodaki 2. maddede 2, 3 ve 4 nolu pompalardaki sürtünme kayıplarının 1 nolu pompadakinden daha büyük olduğu ortaya çıkar.

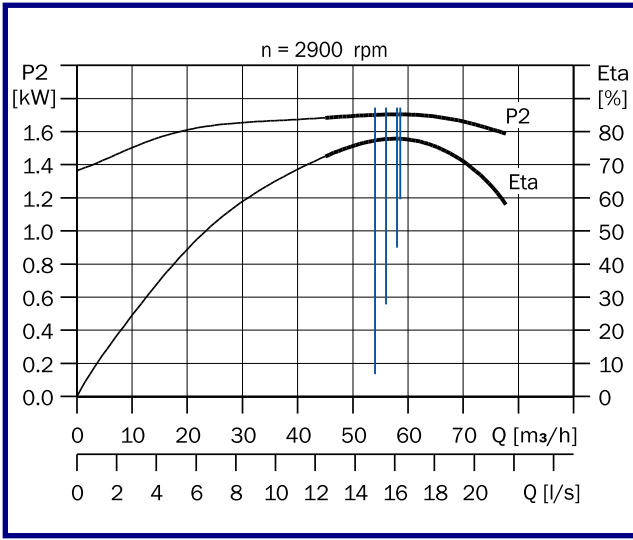
Tablodaki 11. maddede toplam verimliliğin %61-62 olduğu görülür.

Ham su boru sistemi

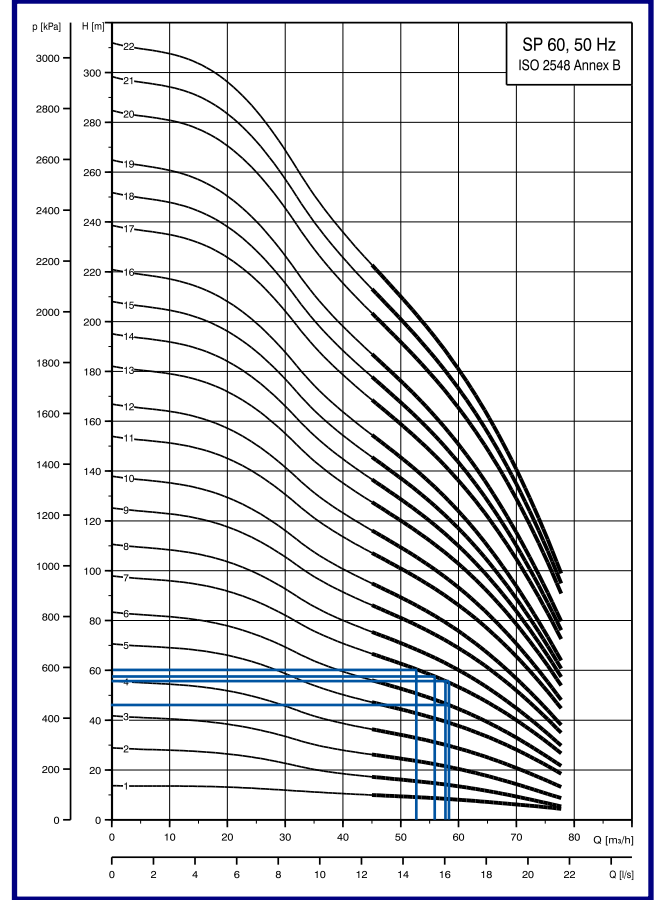
Tablodaki 13. maddede aynı toplam verimde olduğu halde m^3 başına düşen enerji tüketiminin arttığı görülür.

Bunun anlamı suyun büyük çoğunluğunun birinci pompa ile pompalanmış olması ve ilk çalıştırılıp son durdurulmasına müsaade edilmesidir.

Pompa 2, 3 ve 4 kısa çalışma zamanı ve sonuç olarak düşük işletme maliyeti ile alternatif pik yükü pompası olarak kullanılır. Çalışma noktası ve pik yükte pompalama verimi, bu duruma göre ikisinin az bir önemi olsa dahi yıl içerisinde kısıtlı saat ve sayıda görülür. Temel doldurma durumu bir kerede suyun büyük bir kısmının pompalanmasıdır.

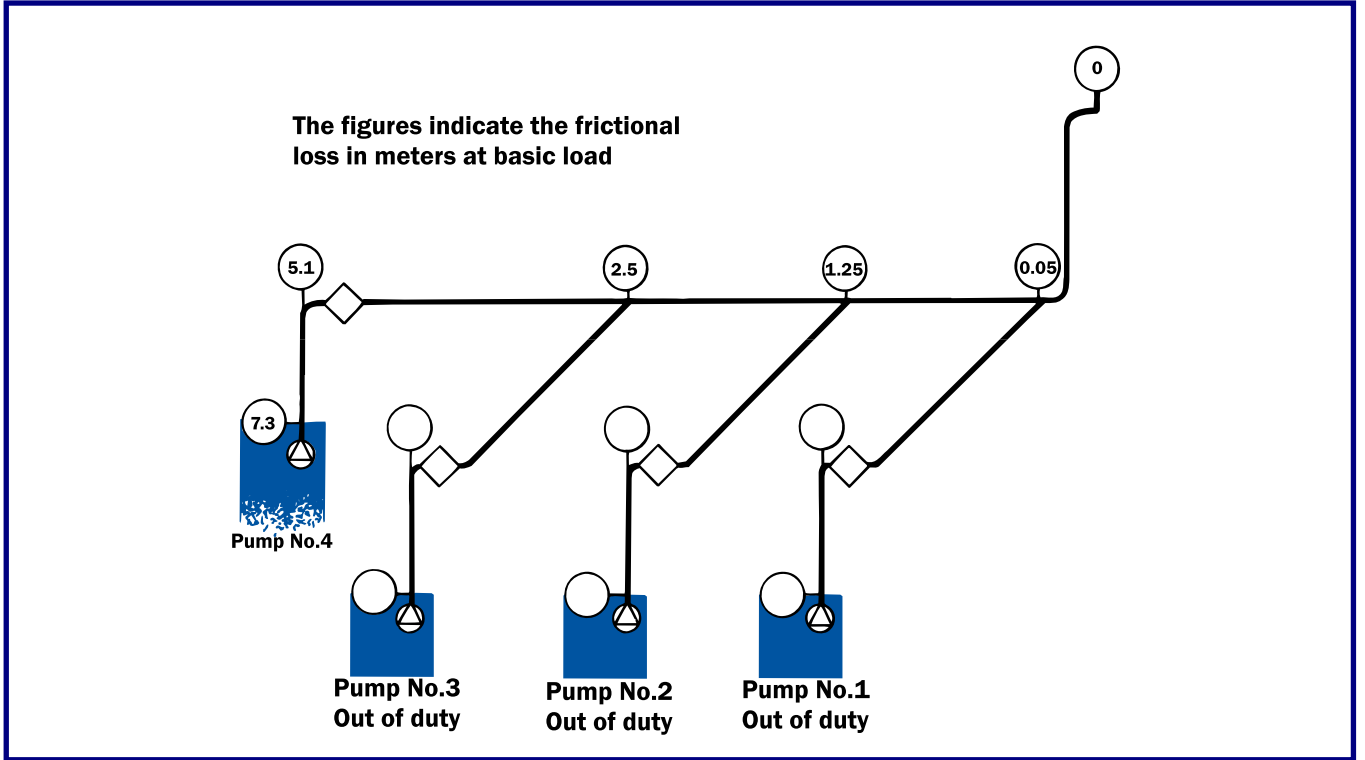


Şekil 12 : Performans eğrisi



Şekil 13 : Tam kapasitede güç tüketimi (P2)

Ham su boru sistemi



Şekil 14 : 4 nolu pompanın tek başına çalışmasında oluşan sürtünme kayıpları

		Pump No. 1	Pump No. 2	Pump No. 3	Pump No. 4
1	Statik yükseklik (m)				40
2	Sürtünme kaybı (m)				7.3
3	Manometrik yükseklik (m)				47.3
4	Debi (m ³ /h)				66.0
5	Verim eğrisindeki pozisyonu				right side
6	Pompa ve motor				SP 60-7 13 kW
7	P ₂ (kw)				11.9
8	Motor yükü				91%
9	50hz 3x400 V daki amper ve Cos Fi				26 A 0.79

10 a	$P_1 \text{ (kw)} = \sqrt{3} \times 400 \times I \times \cos \phi$				14.2
10 b	Alternatif hesaplama $P_1 \text{ (kW)}: \frac{P_2}{\eta_{\text{motor}}}$				$\frac{11.9}{0.83} =$ 14.3
11	Toplam verim $\frac{Q \times H \times 9.81 \times 100}{3.6 \times P_1 \times 10^3}$				60%
12	m3 başına tüketim				0.22
13	Yüksek sürtünme kayıplarında artırılmış güç tüketimi				5-10%

Ham su boru sistemi

Tablo gösteriyor ki 4 nolu pompa temel doldurma pompası olarak en düşük sürtünme kaybında 7,3 m (madde 2) 66 m³/h (madde 4) verecek ve bu rakam %18 ini oluşturacaktır.

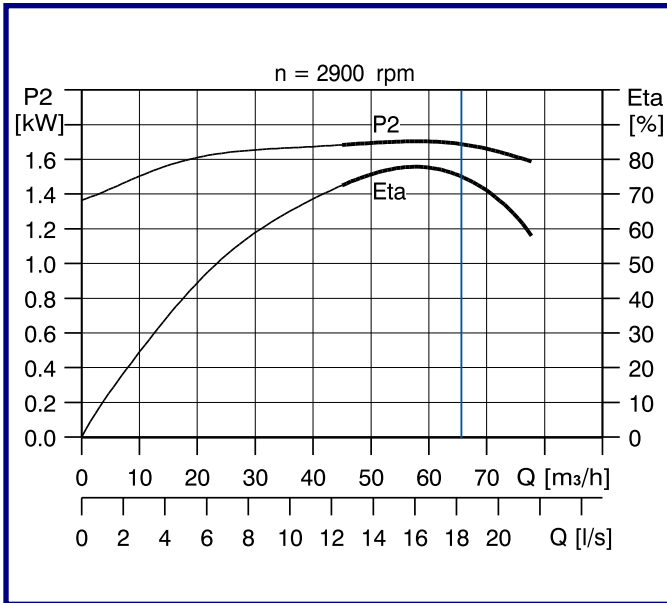
Güç tüketimi 0,22 kwh/m³ (madde 12) olacaktır. Toplam pompa ve motor verimleri %60 dır. (bknz madde 11)

Diğer pompaların çalıştırma verileri temel pompalama verilerine göre oldukça olumludur. Pompanın sahip olduğu verim eğrisinin en yüksek tepesinde bulunan çalışma noktası ham su pompalarının ortalama verimi için önemlidir veya bu temel yükleme pompası olarak kullanıldığında eğrinin sağ tarafı önemlidir. Bu çalışma noktası her yeni pompa çalıştığında sola doğru yer değiştirecektir. Tüm pompalar çalışmaya başladığında sürtünme kayıplarının artmasından dolayı performanslarında bir miktar düşme görülecektir.

Enerji harcamalarını daha aza indirmek için önemli olan sürtünme kayıplarını en az tutmaktır. Yıllık 500,000 m³ pompalamada sistem 10 yılın üzerinde bir periyotta 1,250,000 kwh güç tüketecektir.

Eğer bütün borular bir boy büyütülmüş olsaydı bütün pompalar bir kademe azaltılmış olabilirdi ve bu 10 yıl ve üzeri bir periyotta 200,000 kwh enerji tasarrufu sağlardı.

CU3 ünitesinin kurulması ve her bir ham su pompasına bir debimetre kullanılması en verimli en ekonomik çalışma parametrelerine göre pompa seçimini kolaylaştıracaktır. Bunun da ötesinde açık bir şekilde servis zamanını , boru temizleme zamanını gösterdiği için ayrıca önemlidir.





Belirli aralıklarla yüksek kapasiteli su ihtiyacı

Belirli aralıklarla yüksek kapasiteli su ihtiyacı

Paralel bağlama

Dinamik yeraltı su seviyesinin derin düşme yapmasına neden olacak yüksek pikleri de olan çok çeşitli tüketim modelinin olduğu veya sürtünme kayıplarının yol açtığı veya tıkanmış filtrenin neden olduğu yüksek karşı basıncın etkileri için aşağıdakiler göz önünde bulundurulmalıdır.

- Daha küçük kapasiteli pompalar sıralı çalıştırılarak kullanılmalıdır.
- Bir basınç sensör kontrolü üzerinden frekans kontrollü pompa kullanılmalıdır.

Kuyunun içerisinde, uzunca bir süre çalışmış bir kuyudan bile daha fazla, filtrelerinde mineraller ve çakıllar toplanmış ve derin su çekilmesi ortaya çıkmış olduğu görülür. Filtre mineralleri özgün kuyu kapasitesini ve kuyunun periyodik bakım zamanının süresini azaltacaktır.

Büyük bir kuyudan pompalama yapıldığında, eğer kuyu çapı buna müsaade ederse aynı kuyu içerisine aynı tip pompadan bir tane pik zamanı çalışan bir tanede normal yükte çalışan pompalar konulduğunda, derin su çekilmesinin frekansı bu sayede daha azaltılmış olacaktır. Eğer pompalama birkaç tane kuyudan oluşacaksa, pompalar, en az su çekilmesi, boru sistemi içindeki en az sürtünme kaybı ve en az filtre basıncını sağlayacak temel gerekleri yerine getirebilecek şekilde çeşitli yöntemler ile birleştirilmiş olmalıdır.

Paralel bağlanmış pompaların sıralı çalıştırılmasıyla veya basınç sensörü üzerinden frekans kontrolü yapılmasıyla kuyunun periyodik bakım zamanını uzatmak ve arıtma kalitesini yükseltmek mümkündür.

Doğru pompa seçimi için kuyu karakteristiğinin ya kuyu logunun ya da pompalama testinin bilinmesi gereklidir. Çalışma parametrelerinden veya hesaplamalarından, verilmiş ham su kapasitesinde sürtünme direncinin değerinin en az 2 noktaya ayarlanmış olduğunu bilmek gereklidir. Bu değerler temiz kuyu filtresi ile ve tıkanmış kuyu filtresi ile elde edilmiş değerlerdir. Ayrıca pik yükü ve normal çalışma şekillerini de bilmek gereklidir.

Örneğin (tablolara bakınız)

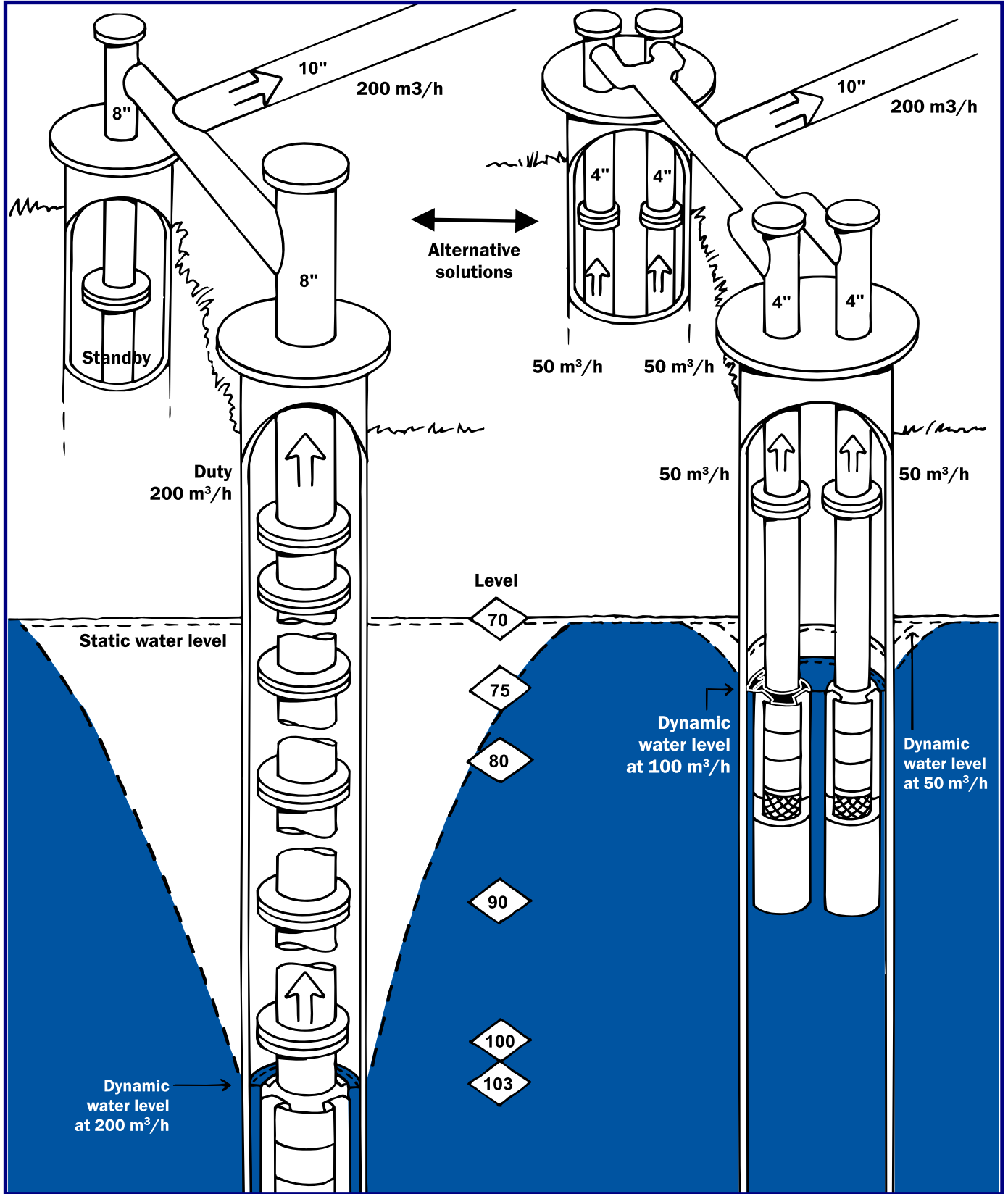
%100 kapasite ile çalışan ana pompa ve onun benzeri yedek pompa beraber çalıştığında ekonomik olmayacak ve derin su çekilmesine neden olacaktır.

İhtiyaçlar		
Yıllık Ham su miktarı		390,900 m ³
Pik yükü	365 sa/yıl	200 m ³ /h
Kısmi yük	915 sa/yıl	yaklaşık 120 m ³ /h
Normal yük	2,920 sa/yıl	yaklaşık 65 m ³ /h

Pompa Testinden Alınanlar		
Kuyu no.1 14" (350mm), su sıcaklığı 14° C		
Debi (m ³ /h)	Dinamik su seviyesi (m)	Eğim (cm/m ³ /h)
0	70	
50	72.5	5
75	73.75	5
100	75	5
125	77	8
150	81	16
200	103	44

Pompa Testinden Alınanlar		
Kuyu no.1 14" (350mm), su sıcaklığı 20° C		
Debi (m ³ /h)	Dinamik su seviyesi (m)	Eğim (cm/m ³ /h)
0	69.5	
50	72	
75	73.25	5
100	74.5	5
125	76.5	8
150	80.5	16
200	102.5	44

Belirli aralıklarla yüksek kapasiteli su ihtiyacı



Şekil 16 değişik kapasitelerde su çekilmesi

Belirli aralıklarla yüksek kapasiteli su ihtiyacı

Frictional loss at 200 m ³ /h per pump	
120 m riser main, DN 200, at 200 m ³ /h	2.60 m
100 m ground pipe, PVC 200, at 200 m ³ /h	2.50 m
100 m ground pipe, PVC 250, at 200 m ³ /h	0.75 m
Clogged pressure filter before backwash	19.14 m
Backwashed pressure filter:	9.0 m
Max. frictional loss	24.99 m
Static head	102.50 m
Total head	127.49 m

Pump choice : 1 SP 215-5, 8" with a 92 kW Franklin motor		
$\eta_p \sim 80\%$	$\eta_m = 86\%$	$P_2 = 89 \text{ kW}$
$I = 180 \text{ A}/400 \text{ V}$	$\cos \phi = 0.85$	motor load = 97%
$P_1 = \sqrt{3} \times 3400 \times 180 \times 0.85 =$		106.0 kW
Alternative calculation:		
$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{\text{motor}}} = \frac{89}{0.86} =$		104 kW

Annual duty time	$= \frac{390,900}{200} =$	1,954 hours
Annual consumption	$= 106.0 \times 1,954 =$	207,124 kWh
kWh/m ³	$= \frac{207,124}{390,900} =$	0.53 kWh/m ³

Sonuç

Pompa ve motor verimleri gözle görülür biçimde yüksektir, fakat derin su çekilmesinin neden olduğu kuyunun elden geçirilme sıklığı ve sürekli yüksek sürtünme direnci olduğu görülür. Birkaç tane pompanın sıra değiştiricili çalışma şeklinde bölünmesi ile çalışma ekonomisi göz önüne alınarak yapılmış en iyi çözüm olacaktır.

Alternative: Splitting up of max. capacity between four pumps installed in two wells	
Frictional loss at a peak load of 4 x 50 m ³ /h	
80 m riser main, DN 100, at 50 m ³ /h	3.36 m
100 m ground pipe, PVC 200, at 100 m ³ /h	1.75 m
100 m ground pipe, PVC 250, at 200 m ³ /h	0.75 m
Clogged pressure filter before backwash	19.14 m
Backwashed pressure filter:	9.0 m
Max. frictional loss	25.00 m
Static head	75.00 m
Total head at full load	100.00 m

Pump choice : 4 SP 60-11 with 22 kW MS 6000 motors		
$\eta_p \sim 76\%$	$\eta_m = 84\%$	$P_2 = 18.7 \text{ kW}$
$I = 40 \text{ A}/400 \text{ V}$	$\cos \phi = 0.81$	motor load = 85%
$P_1 = \sqrt{3} \times 3400 \times 40 \times 0.81 \times 4 \text{ (motors)} =$		90 kW
Alternative calculation:		
$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{\text{motor}}} \cdot 4 = \frac{18.7}{0.84} \cdot 4 =$		89 kW

Annual duty time	$=$	365 hours
Annual peak load consumption	$=$	90 x 365 =
		32,850 kWh
kWh/m ³	$= \frac{32,850}{200 \cdot 365} =$	0.45 kWh/m ³

Sonuç

Düşük pompa ve motor verimine rağmen çalışma ekonomisi aynı miktarda suyun iki farklı kuyudan aynı pik yükü ile çekilmesi nedeniyle artacaktır.

Belirli aralıklarla yüksek kapasiteli su ihtiyacı

Alternative: Splitting up of max. capacity between four pumps installed in two wells	
Frictional loss at a basic load of 1 x 65 m ³ /h	
80 m riser main, DN 100, at 65 m ³ /h	6.00 m
100 m ground pipe, PVC 200, at 65 m ³ /h	0.30 m
100 m common pipe, PVC 250, at 65 m ³ /h	0.10 m
Clogged pressure filter at 65 m ³ /h = 2.00 m	
Backwashed pressure filter at 0.00025 x 65 ² = 1.06 m	
Frictional loss at 65 m ³ /h basic load	7.46 m
Static head 72 + (0.05 x 15) =	72.75 m
Total head at basic load	80.21 m

Pump choice : 1 SP 60-11 with a 22 kW MS 6000 motor		
$\eta_p \sim 76\%$	$\eta_m = 84\%$	$P_2 = 18.7 \text{ kW}$
$I = 40 \text{ A/400 V}$	$\cos\phi = 0.81$	motor load = 85%
$P_1 = \sqrt{x} 3400 \times 40 \times 0.81 =$		22.5 kW
Alternative calculation:		
$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{motor}} = \frac{18.7}{0.84} =$		22.3 kW

Annual duty time = 2920 hours with one pump	
Annual basic load consumption = 22.5 x 2920 =	65,700 kWh
$\text{kWh/m}^3 = \frac{65,700}{65 \times 2920} =$	0.35 kWh/m ³

Sonuç

Normal çalışma evresinde, kuyu içerisindeki düşük su çekilmesi, boru içerisindeki düşük sürtünme kaybı ve filtre sisteminde çalışma sırasında filtrenin daha temiz olduğu etkisi verilmiş olmasından dolayı çalıştırma ekonomisi artmış olacaktır.

Alternative: Splitting up of max. capacity between four pumps installed in two wells	
Frictional loss at a partial load of 2 x 60 m ³ /h	
80 m riser main, DN 100, at 60 m ³ /h	5.60 m
100 m ground pipe, PVC 200, at 60 m ³ /h	0.24 m
100 m common pipe, PVC 250, at 120 m ³ /h	0.20 m
Clogged pressure filter at 120 m ³ /h = 6.9 m	
Backwashed pressure filter 0.00025 x 120 ² = 3.60 m	
Frictional loss at 120 m ³ /h partial load	9.64 m
Static head 72 + (0.05 x 15) =	72.75 m
Total head at partial load	82.39 m

Pump choice : 2 SP 60-11 with a 22 kW MS 6000		
$\eta_p \sim 78\%$	$\eta_m = 84\%$	$P_2 = 18.7 \text{ kW}$
$I = 40 \text{ A/400 V}$	$\cos\phi = 0.81$	motor load = 85%
$P_1 = \sqrt{x} 3400 \times 40 \times 0.81 \times 2 \text{ (pumps)} =$		45 kW
Alternative calculation:		
$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{motor}} \times 2 = \frac{18.7}{0.84} \times 2 =$		44.5 kW

Annual duty time = 915 hours with 2 pumps in operation	
Annual partial load consumption = 45 x 915 =	41,175 kWh
$\text{kWh/m}^3 = \frac{41,175}{120 \times 915} =$	0.38 kWh/m ³

Sonuç

Dört pompanın paralel çalıştırılması sırasında bir yıllık su kaynağı için tam yüklemde çalışma sırasında, normal çalışma sırasında ve kısmi çalışma sırasında güç tüketimi 32,850 + 65,700 + 41,175 kWh = 139,725 kWh olacaktır. Bu, bir ana pompanın ve bir yedek pompanın kullanılmış olduğu sistemde, tüketimin sadece 139,725 / 196,768 x 100 = 71% 'dir. Bu yıllık çalıştırma ekonomisinin %29' u kadardır ve 10 yılın üzerinde bir periyotta 570,430 kWh'e eşittir.

Bir arıtma tesisinde arıtmanın derecesi, çalışma zamanının %91'ini oluşturan kısmi yükleme ve normal yükleme zamanları sırasında artırılmış olur. Sadece bir yılın 365 saatinde meydana gelen kuyu seviyesi düşmesi ve seviye düşüşünün sadece %20 sini oluşturan bir ana pompa ile yılın 1955 saati için önemli ölçüde seviye düşüşü veren bir yedek pompa kuyunun periyodik bakım maliyetini düşürecektir.

Belirli aralıklarla yüksek kapasiteli su ihtiyacı

Pompa arızasında tedarik edilmesi gerekenler:

Eğer bir pompa arızalanırsa, diğer üç pompadan hala 170 m³/h lik bir debi alınacaktır. Bu maksimum ihtiyacın %85'ine eşittir.

Eğer bu yeterli gelmezse, acil durum montajı yapılabilir.

Hidrofor sistemleri ve pompaların kontrolü,

Ham su sistemlerinde bir hidrofor sistemine ve bir su dağıtım sistemine ihtiyaç olabilir. Sırasıyla sürtünme kayıplarının üstesinden gelebilen aşağıdaki sistemler için.

- Terfi hatları,
- Kuyu veya istasyon çıkışında yüksek basınçtan kaçınılan boru sistemleri (özellikle eski borular).

Hidrofor için geleneksel santrifüj pompalar kullanıldığında özellikle korunmuş bölgelerde veya özellikle zayıf bölgelerde bazı dezavantajlar yaratacaktır.

- Pahalıdır, gözle görülür biçimde bina içinde yer gerektiren sistemler ile özellikle don önleyici ve nem alıcı sistemler ile birlikte kullanılır.
- Çok gürültülü pompalardır, kompresörler, fanlar ve çevreye zarar verebilecek nem alıcı sistemler vardır.
- Binaların devamlı bakımı, yağlaması ve makinaların yağ değişimi gereklidir.

Bu durumlar için Grundfos komple sessiz, bakım gerektirmeyen, korozyona dayanıklı yeraltı hidrofor sistemleri sunar.

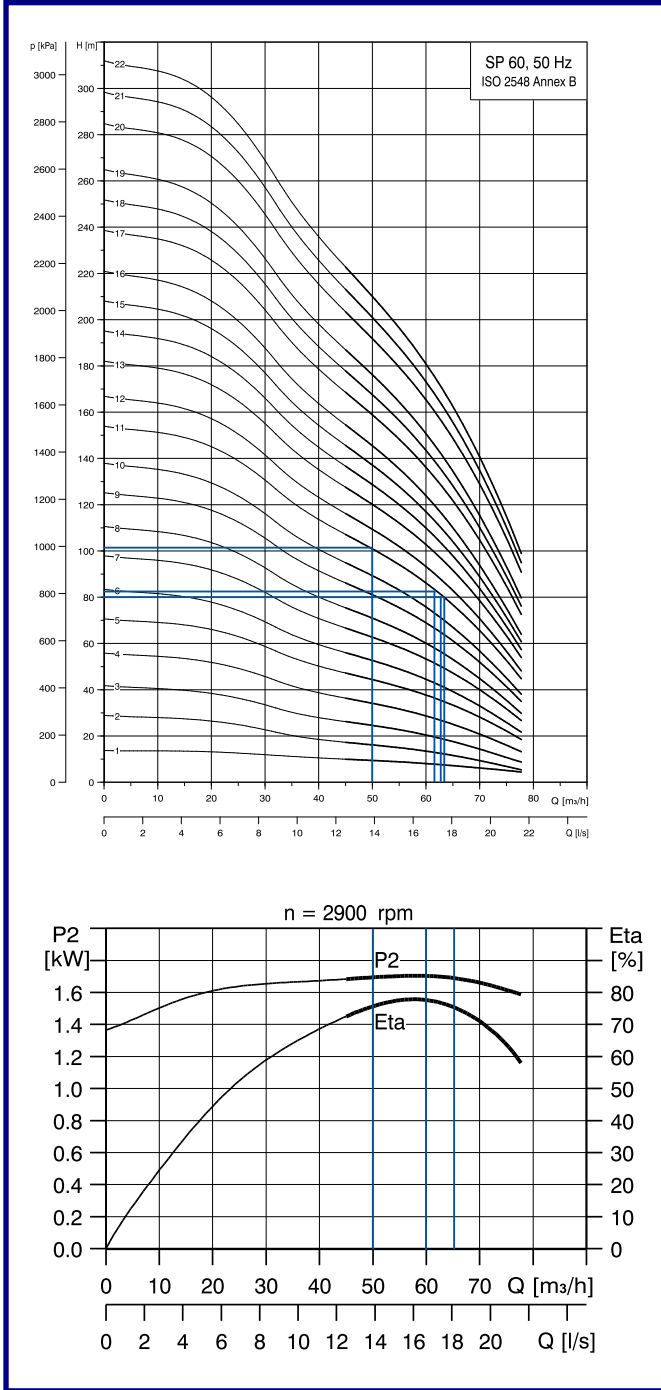
Bu hidrofor sistemleri paralel çalışmada, her biri 30 kw sessiz motorları ile birlikte 6 pompaya kadar uygulanabilir. Bu sistem 1,000 m³/h debi ve 40 m basma yüksekliği verebilecek kapasitededir. Grundfos, sürtünme kayıplarının karşılanmasını ve artan talebin karşılığı olarak artacak olan basınç ihtiyacı ile artacak olan sürtünme kayıplarının karşılanmasını sağlayabilecek kontrol üniteleri sağlar. İki çeşit kontrol ünitesi tipi mevcuttur.

- **MS tipi:** 'S' sembolü akım kontrollü dur/kalk kontrolünü tarif eder. Bu tip kontrol panosu ile idare edilen sistemler, pompa duruş kalkışlarına bağlı olarak değişen basınçları sönmüleyebilmek için bir denge tankına ihtiyaç duyar.

Bu sistemler, devamlı motorun durumunu kontrol eden ve böylece pompayı ve motoru koruyan CU 3 motor koruma ünitesi ile birlikte kullanılmalıdır

- **MF tipi:** 'F' sembolü frekans kontrollünü tarif eder. Frekans konvertörü, diğer pompalar arasında yumuşak kalkışlar ve geçişler oluşturarak basınç dalgalanmalarını sönmüleyebilmektedir.

Bu tip bir seviye flatörü ve motoru herhangi bir çalışma düzensizliğine karşı koruyacak CU3 koruma ünitesi ile birlikte kullanılmalıdır.



Belirli aralıklarla yüksek kapasiteli su ihtiyacı

Frekans konvertörü, motor frekansını voltaj ve akımın değişmesine bağlı olarak değiştirebildiğinden CU3 koruma ünitesi motor ile kullanılan bir frekans kontrollünü koruyamaz. Ayrıca sıcaklık sensöründen alınacak sinyal kaybolacaktır. Çünkü sinyaller frekans kontrolü tarafından oluşturulur.

Eğer aynı motor hem frekans kontrolü ile hem de normal bağlantı ile kullanılıyorsa CU3 motoru normal çalışma sırasında koruyabilir. Motorun frekans kontrollü çalışmaya geçmesi ile de bir kontaktör vasıtasıyla CU3 ünitesi durdurulacaktır. Frekans kontrollü çalışma sırasında motor koruması frekans kontrolü ile ve diğer koruma faktörleri ile sağlanmış olacaktır.

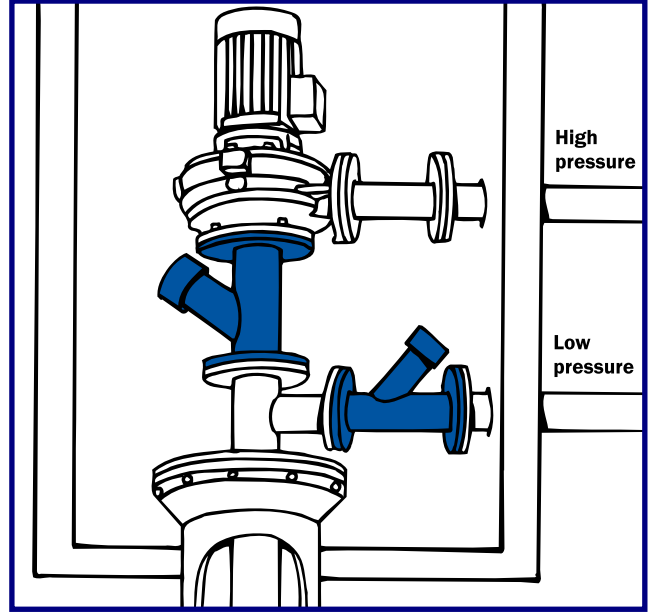
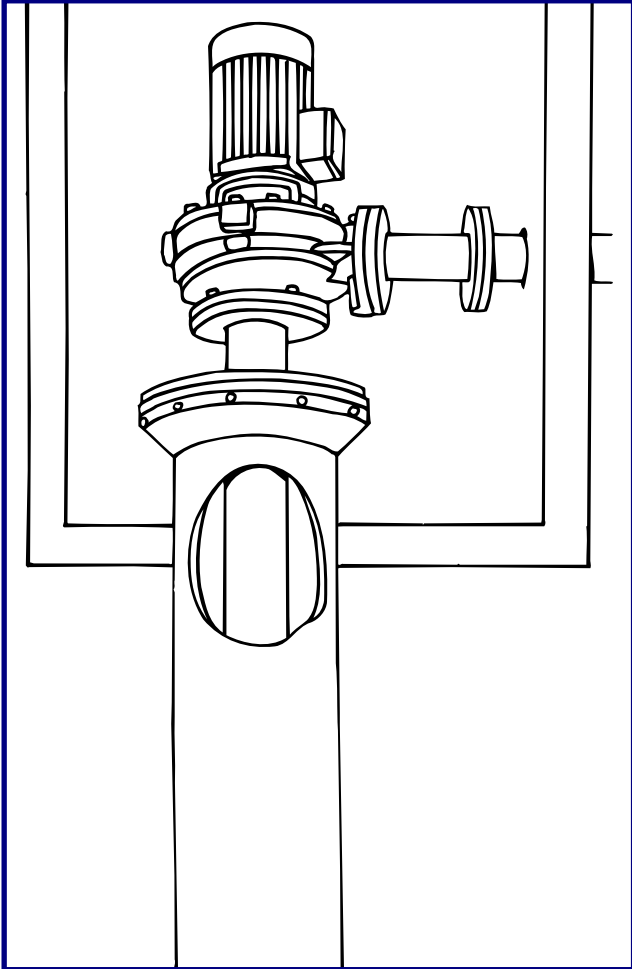
Yüksek Basıncı Su

Yüksek Basıncı Su

Seri Bağlama

Tüketim aralığının çeşitli zamanlarında ihtiyaç duyulan yüksek su basıncını karşılayabilmek için kendinden emişli olmayan pompalar bir derinkuyu dalgıç pompası ile birlikte seri bağlanabilir ve yüksek basınç gerektiğinde çalıştırılabilir.

Eğer derin kuyu dalgıç pompaların tamamının basıncının artırılması gerekli ise, kullanılacak santrifüj pompa en verimli noktada ve derin kuyu dalgıç pompa ile aynı kapasitede olmalıdır.



Bu tip seri bağlama, derinkuyu dalgıç pompa için gerekli olan motor çapının, kuyu iç çapından büyük olduğu, kuyularda yapılan bağlantılar için uygundur. Ayrıca derinkuyu dalgıç pompanın gerek duyduğu kablo çapının çok büyük olduğu durumlarda da kullanımı uygundur.

Yine kolon borusunun, flanşların veya flanşsız sızdırmazlığının, büyük derinkuyu pompa basıncına dayanamayacağı durumlarda seri bağlı çözümü kullanmak uygundur.

Eğer suyun belli bir bölümü basınçlandırılacak ise santrifüj pompa istenen kısmi kapasitede maksimum verimde seçilmelidir. Bu durumda iki ana boru arasına, pompa durduğu zaman düşük basınç borusu içerisinde meydana gelecek su koçunu engellemek için geri dönüş valfi kullanmak gereklidir.

Bu çeşit seri bağlama eğer aynı kuyudan iki farklı basınç zonuna su sağlaması gerekiyorsa veya aynı kuyu yüksek manometrik yükseklik gerektiren periyodik sulama amaçlı ve normal su sağlama amaçlı iki farklı amaç için kullanılıyorsa bu sistem uygundur.

Hidrofor pompasının çalışması ile düşük basınç borusu içerisinde çıkış basıncı düşecektir. Bu derinkuyu dalgıç pompasının debisini arttıracaktır. Eğer sistemde bir çekvalf yoksa, hidrofor pompası, düşük basınç sistemlerinde meydana gelen fonksiyonel bir problem olan su geri dönüşüne karşı asla dayanıklı olmayacaktır, fakat ayrıca kirli suyun içeriye nüfuz etmesi de artacaktır. Grundfos seri bağlı sistemler için paket tip ürünler sunar.

Eğer dinamik seviye (200-400 m)'den daha derin ise, yani SP tip derinkuyu dalgıç pompa, bu basıncı iyi bir verimle ile karşılayamayacaksa, SP pompa bir BM (hidrofor modülü) ile seri bağlı birleştirme yapabilir.

Yüksek Basıncılı Su

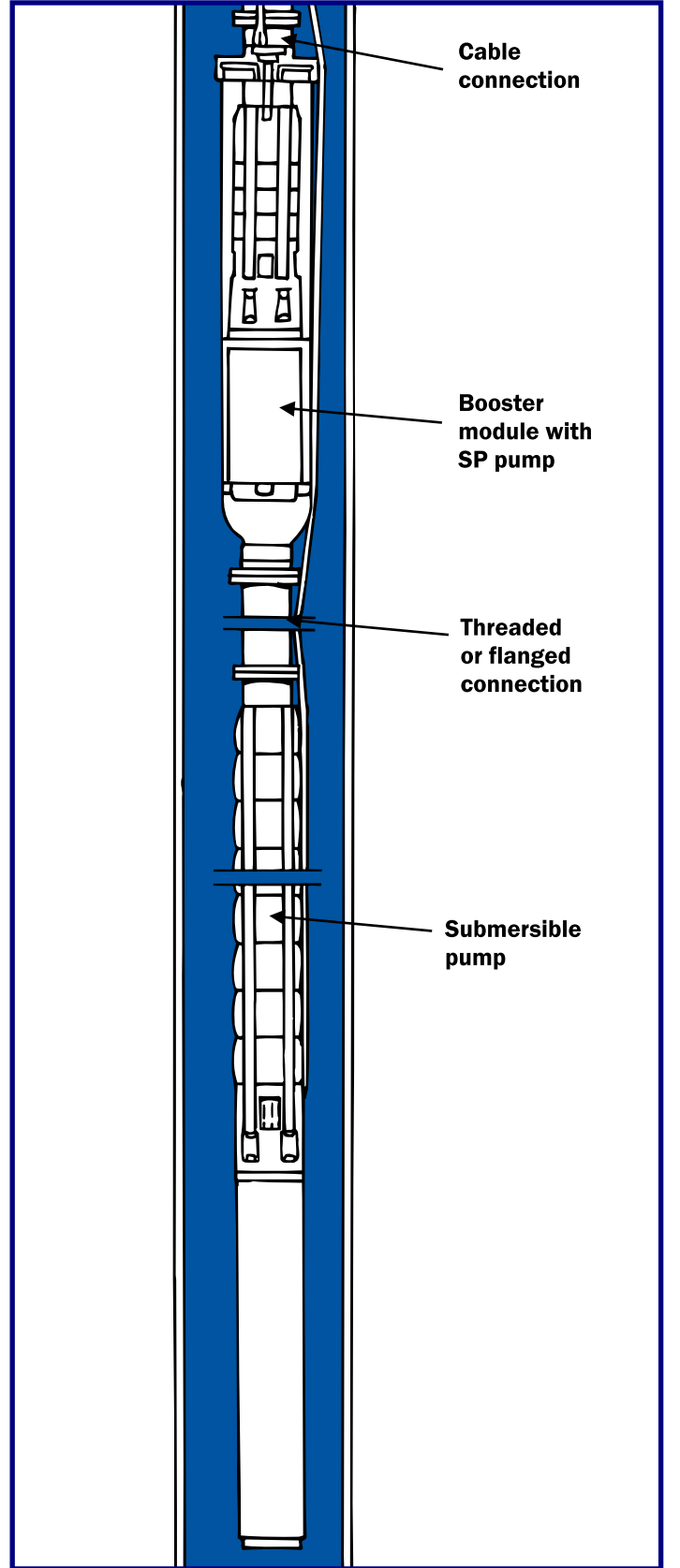
Grundfos 4" derinkuyu dalgıç pompalar için 4" paslanmaz çelik kapsüller sunar. Maksimum kademe sayısı şu şekilde gerçekleşir:

SP 3A-60	3 m ³ /h debi 250 m
SP 5A-42	5 m ³ /h' debi 160 m
SP 8A-44	8 m ³ /h' debi 180 m
SP 14A-25	14 m ³ /h' debi 118 m

Eğer bu derinkuyu dalgıç pompaları ile seri bağlı bir çift yapılmışsa aşağıdaki kapasiteler gerçekleşecektir;

SP 3A-60 + BM 3A-60	500 m, 3 m ³ /h
SP 5A-42 + BM 5A-42	320 m, 5 m ³ /h
SP 8A-50 + BM 8A-44	380 m, 8 m ³ /h
SP 14A-25 + BM 14A-25	236 m, 14 m ³ /h

Eğer 4" hidrofor modülü ile derinkuyu dalgıç pompa seri bağlı bir çift olarak kullanılacak ise, kuyu iç çapının en az 6" olması gerekir. Hidrofor pompası için motor kablosunun özel olarak 4 uçlu kablo olması ve 4 uçlu kablo için özel kablo bağlantı ekipmanı ile birlikte, 4 uçlu derinkuyu dalgıç pompasının kablosu birleştirilmiş olmalıdır.



Yüksek Basıncılı Su

Grundfos 6" derinkuyu dalgıç pompalar için 6" paslanmaz çelik kapsüller sunar. Maksimum kademe sayısı şu şekilde gerçekleşir:

SP 17-48	16 m ³ /h debide 330 m
SP 30-28	27 m ³ /h debide 205 m
SP 45-21	45 m ³ /h debide 145 m
SP 60-16	60 m ³ /h debide 125 m

Eğer bu derinkuyu dalgıç pompaları ile seri bağlı bir çift yapılmışsa aşağıdaki kapasiteler gerçekleşecektir;

SP 17-40 + BM 17-48	660 m, 16 m ³ /h
SP 30-60 + BM 30-28	645 m, 27 m ³ /h
SP 45-36 + BM 45-21	400 m, 45 m ³ /h

Eğer 6" hidrofor modülü ile derinkuyu dalgıç pompa seri bağlı bir çift olarak kullanılacak ise, kuyu iç çapının en az 10" olması gerekir. Hidrofor pompası için motor kablosunun özel olarak 4 uçlu kablo olması ve 4 uçlu kablo için özel kablo bağlantı ekipmanı ile birlikte 4 uçlu derinkuyu dalgıç pompasının kablosu birleştirilmiş olmalıdır.

Hidrofor modülü için kullanılacak flanş bağlantısının, hidrofor pompasının vereceği basınca, ayrıca kolon borusu, kablo, derinkuyu dalgıç pompası ve su kolonu yüksekliğinin toplam ağırlığına dayanması gereklidir. Bu eklenecek ağırlık için pompanın kademe sayısına bağlı olarak basitçe 3,000-5,000 kg arasında bir ağırlık kullanabilirsiniz.

Hidrofor modül pompası ile bir derin kuyu dalgıç pompayı seri bağlı olarak kullanmadan önce Grundfos'un bu basıncı sağlayacak daha büyük pompasının olup olmadığını Grundfos'tan kontrol ettiriniz.

Farklı tip pompalar ile veya farklı hızlandırma metotlarıyla, kademe sayısı birbirinden farklı tip pompaların seri bağlı çift oluşturulduğu durumlarda, derin kuyu dalgıç pompasının otomatik çalıştırılması için zaman gecikme rölesi kullanılmadığıdır. Bu röle, pompanın durmasını diğerinden 3 saniye sonrasına ayarlayacaktır. Böylece pompa durduğu zaman ortaya çıkan su darbesine karşı bir önlem alınmış olur.



Çalıştırma Ekipmanları

Çalıştırma Ekipmanları

Çalıştırma Ekipmanları

Aşağıda takip edilen konular radyal ve yarı radyal akışlı pompalarda, Grundfos SP tipi pompalar da dahil olmak üzere geçerlidir. Eksenel pompalar burada anlatılmayacaktır.

Bir pompa motorunun ilk çalıştırma akımı tam çalıştırma akımının yaklaşık 4-7 kat fazlasıdır. Bu akım kısa bir sürede motor ve elektrik şebekesinin maruz kaldığı en önemli ve en yüksek akım olacaktır.

Elektrik şebekesini korumak amacıyla çeşitli ülkeler ilk çalıştırma akımını düşürmek için bazı düzenlemeler yapmışlardır.

Aşağıda bazı kalkış tiplerini ve açıklamalarını bulacaksınız:

DOL	-	Direk kalkış
SD	-	Yıldız-üçgen kalkış
AF	-	Otomatik transformatör
SS	-	Yumuşak kalkış ünitesi
FC	-	Frekans kontrolü

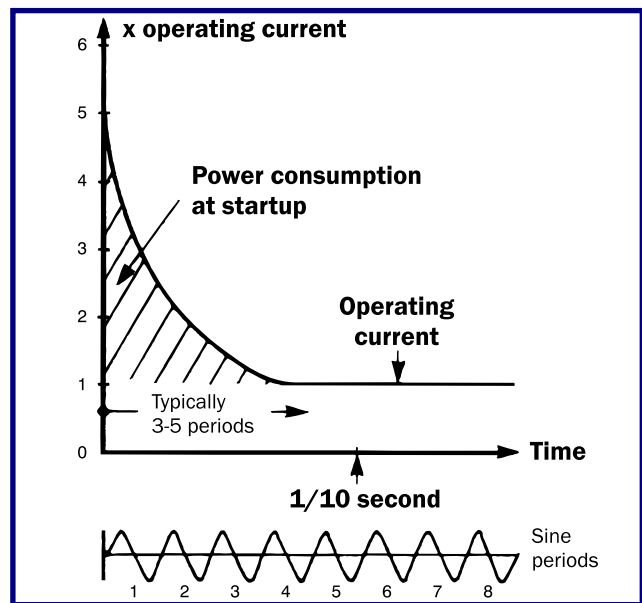
Seçimi yapmadan önce uygulama, ihtiyaçlar ve yerel standartlar göz önünde tutulmalıdır.

Type	Reduced starting current	Price	Features in relation to price	Space requirement	Customer friendly	Reliable	Reduced pressure surge		Energy savings during operation
							Mechanical	Hydraulic	
DOL	No	Low	OK	Low	Yes	Yes	No	No	No
SD below 45 kW above 45 kW	No	Low	Low	Low	Yes	Yes	No	No	No
	Yes	Low	OK	Low	Yes	Yes	Yes	No	No
AF	Yes	Medium	OK	Medium	Yes/No	Yes	Yes/No	No	No
SS	Yes	Medium	OK	Medium	Yes/No	Yes/No	Yes	No	Yes/No
FC	Yes	High	OK	Medium/High	Yes/No	Yes/No	Yes	Yes/No	Yes/No

Direk Kalkış DOL

Direk kalkışlı motorlar, elektrik şebekesine kontaklar veya buna benzer araçlar vasıtasıyla direk olarak bağlantı yapılabilen motorlardır.

Dol kalkış daima, motor içerisinde en düşük ısıyı oluşturan kalkış metodu olacaktır. Bunun sonucunda 45 kw'a kadar motor ömrünü uzatmış olacaktır. Bu boyutun üzerinde motor üzerinde ciddi mekanik etkiler yaratacağından Grundfos akımın azaltılmasını tavsiye eder. Ek olarak, DOL motor kalkış ünitesi en yüksek kalkış akımını vermesine rağmen, elektrik şebekesinde en az karışıklığı yaratacaktır.

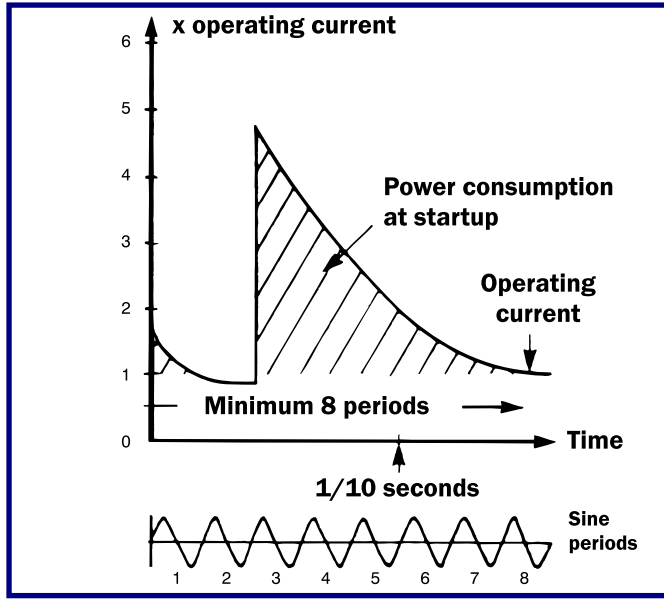


Şekil 21. Direk kalkış

Çalıştırma Ekipmanları

Yıldız-Üçgen Kalkış SD

Kalkış akımını azaltan en genel çözüm olarak yıldız-üçgen kalkış metodu kullanılır. Çalıştırma sırasında, motor yıldız çalıştırma için bağlanır. Motor çalıştığında, üçgen bağlantı kapanacaktır. Bu sabitlenmiş bir zaman periyodundan sonra otomatik olarak gerçekleşir. Yıldız pozisyonunda çalıştırma sırasında, akım direk kalkış akımının üçte birine düşer. Bu metod nispeten ucuz, basit ve güvenilir bir çözümdür ve özellikleri onu çok popüler yapar.



Şekil 22. Yıldız/üçgen bağlantı

Düşük atalet momenti için örneğin derinkuyu dalgıç Grundfos motorları gibi, SD yıldız üçgen bağlantı çok verimli bir çözüm değildir ve para kaybına neden olabilir. Derinkuyu dalgıç pompaları ve motorları zaten küçük bir dış çapa sahiptir. Çarklar hafiftir ve dolayısı ile çok düşük atalet momentleri vardır. Bu nedenle sıfırdan 2900 d/d'ya çıkan devirde bir derinkuyu dalgıç pompa çalıştırıldığında, atalet momenti sadece saniyenin 1/10' u olacaktır. Bu ayrıca pompa akımı kesildiğinde hemen duracağı anlamına da gelmektedir.

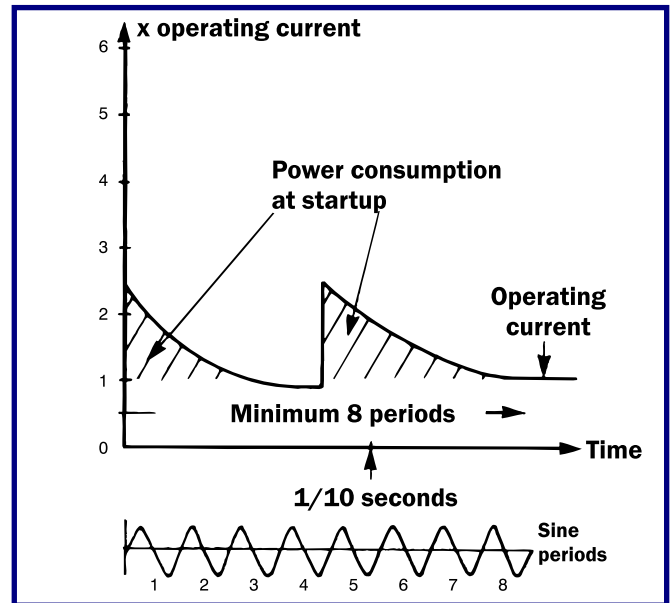
DOL ve SD kalkış metotları, ilk kalkış akımı olarak birbiri ile karşılaştırıldığında Yıldız/üçgen bağlantının başlangıçta akımının düşük olduğu görülür. Yıldız üçgene geçtiğinde pompa hemen hemen durur ve ikinci çalışma DOL (direk) olarak başlamalıdır. Diyagram gösterir ki kalkış akımı gerçekte hiç düşmemektedir.

Daha büyük çaplara, ağırlığa, ve sonuç olarak daha büyük atalet momentine sahip olan santrifüj pompalar içinse bazı şeyler değişiklik gösterir. 45 kw üzerindeki motorlar için, ikinci akım pikinin önemli bir biçimde düşmüş olacağı görülür. Ayrıca Yıldız/üçgen bağlantının uzun süre çalışmada motor içerisinde hatırı sayılır bir sıcaklık artışına ve sonuç olarak daha az bir çalışma ömrüne sahip olacağı unutulmamalıdır.

SD kalkışlı derinkuyu montajlarının, kablo bakımından (iki ana kablo bağlantısı gerekeceğinden) diğer benzer pompa montajlarına göre daha pahalı olacaktır. Motor iki soketli olmalıdır ki, bu geleneksel tek soketli motorlara göre %5 daha pahalıdır.

Otomatik transformatör - AF

Bu kalkış metodunda, otomatik transformatör (genellikle iki adet) her bir fazda voltajı düşürmeye yarar. Bu prensip Kondorf Metodu olarak da anılır. Transformatör iki voltaj çıkışına sahiptir, biri %75, bir diğeri %60 dır. %60 uygulandığında yıldız/üçgen kalkış ünitesinde yıldız bağlantı sayesinde elde edilen kalkış akımının aynısı elde edilir.



Motor çalıştırıldığında, ful voltajı takiben düşük voltajlı ilk bağlantı yapılmış olur. Şalter kapatıldığı sırada otomatik transformatörün parçası bobin gibi sarılır. Bu demektir ki motor elektrik şebekesine bağlanmıştır ve çalışma zamanının tümünde hızı düşmeyecektir.

Çalıştırma başladığındaki güç tüketimi şekilden görülebilir.

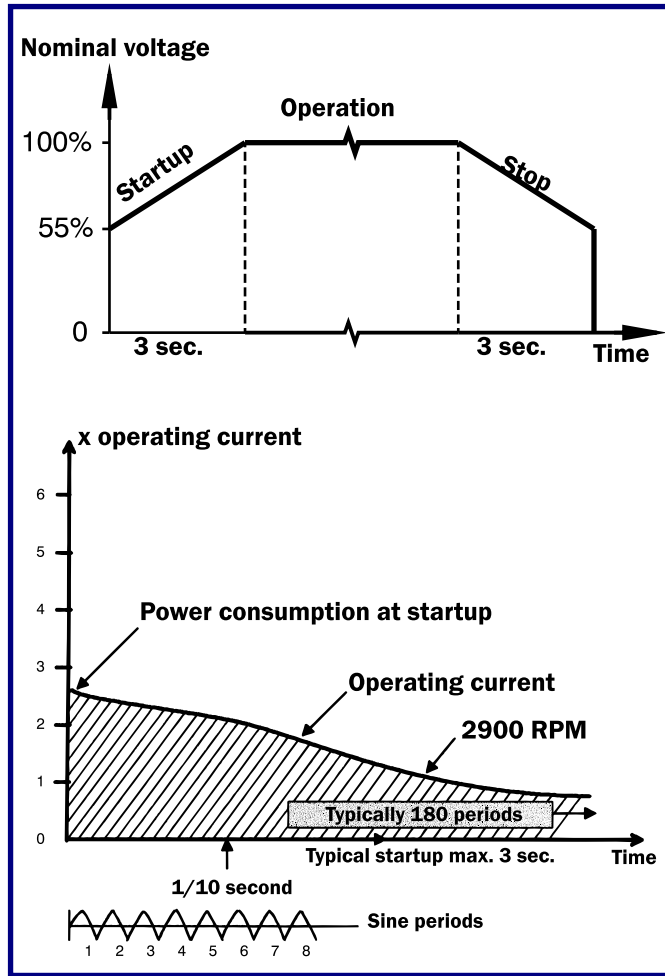
Ototransformatör kalkış ünitesi nispeten pahalıdır fakat çok güvenilirdir. Kalkış akımı doğal olarak motora, pompa karakteristiğine ve pompa tipinden tipine değişiklik gösterir.

Çalıştırma Ekipmanları

Yumuşak Kalkış ünitesi - SS

Voltaj düşürmeye ve sonuç olarak kalkış akımını faz kontrolü ile düşürmeye yarayan elektronik kumandalı yumuşak kalkış ünitesidir.

Elektronik ünite, değişik çalışma ve koruma parametrelerini ayarlamaya yarayan bir kontrol parçası ve alternatif akıma uygun üç elektrotlu kontaktörlü bir güç parçasından oluşmuştur.



Şekil 24. Yumuşak kalkış ünitesi

Diğer özellikler aynı olup, yumuşak kalkış düşük kalkış torku verir ve yavaş kalkış motor içerisinde sıcaklık artışı yaratacağından motor ömrü kısalmaktadır. Kısa kalkış ivmesi veya duruş ivmesi zamanları ile (yaklaşık 3 saniyedir), bunun pratikte bir özelliği yoktur. Tamamen yıldız üçgen (SD) ve ototransformatör (AF) kalkış özellikleri ile aynıdır.

Grundfos, yumuşak kalkış ünitesi kullanıldığında kalkış ve duruş ivmesi zamanının şekildeki gibi ayarlanmasını tavsiye eder. Belirli yüksek kalkış torku gerekli olduğu durumlarda kalkış voltajı %55 yükseltilir. Bununla beraber normal çalışma şartlarında bu ünitenin Grundfos pompa ile bağlantısı gerekli değildir.

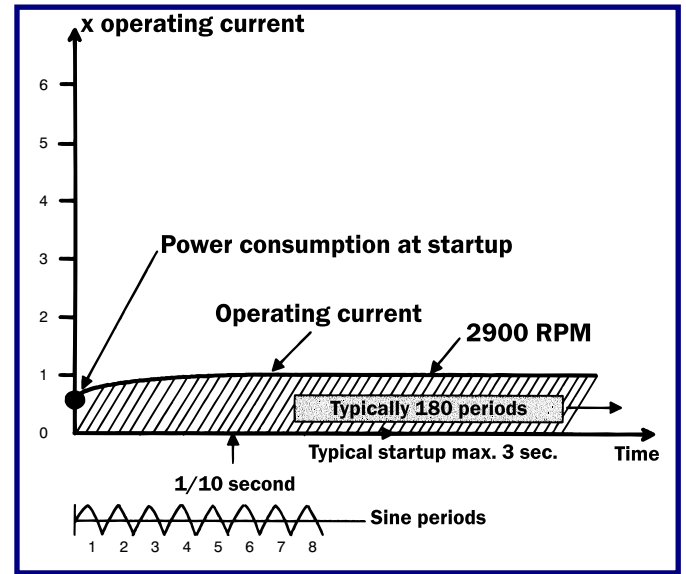
Yumuşak kalkış ünitesi sinüsoidal olmayan akımı absorbe edecektir ve elektrik şebekesinde vızıltı şeklinde bir ses çıkmasına neden olacaktır. Çok kısa kalkış ve duruş ivmelenme süresinin pratikte bir önemi yoktur ve elektrik şebekesindeki vızıltı ile ilgili düzenlemeler ile pano içinde karışıklığa yol açmaz.

Genel olarak yumuşak kalkış ünitesi ile birlikte bir baypas kontaktörü kullanılması önerilir. Böylece motor normal çalışırken direk (DOL) çalışmaya geçer. Bu yolla çalışma sırasında yumuşak kalkış içerisinde aşınma ve güç kayıpları önlenmiş olur.

Soft starter'in baypas kontaktörü var ise, sıcaklık sensörü ile grundfos motorlarının sıcaklık değerleri okunabilir.

Frekans konvertörü - FC

Bir frekans konvertörü, hem kalkış akımını azaltmakta hem de basınç dalgalarını azaltmakta kullanılan en uygun kalkış ünitesidir.



Şekil 25. Frekans konvertörü kalkışı

Bu metodun avantajı kalkış akımı her zaman nominal motor gücünün değerinde olmasıdır. Bu demektir ki, 1 saat içerisinde gerekli birçok duruş ve kalkış yapabilir.

Frekans konvertörü yukarıda bahsedilen kalkış tipleri içerisinde en pahalı olanıdır. Eğer çalışma sırasında değişik noktalarda çeşitli performanslar isteniyorsa bu şartlar altında kullanılacak tek çözümdür.



Endüstriyel Motorlar

Eğer pompa çalışma zamanı beklenenden daha fazla olarak günde 12 saatten fazla ise ve pompa kapasitesi en az 30 m³/h ve basma yüksekliği de 40 m nin üzerindeyse çalıştırma maliyeti endüstriyel motor kullanımı ile ciddi biçimde azaltılabilir.

Buna ek olarak daha yüksek verim, %20-30 daha fazla soğuma yüzeyi ki bu yüksek voltaj altında, motor üzerinde korozyona yol açmış tuz bileşikleri ile toz ve kireç parçacıklarının yol açtığı voltaj düzensizlikleri ve azaltılmış motor soğutması durumlarında daha az hassasiyet göstermesi demektir.

Aşağıda profesyonel bir arıtma tesisi için endüstriyel motor seçmenin 8 adet nedenini bulacaksınız.

1. Fazla debi, yüksek basma yüksekliği ve uzun çalışma saati
2. Güvenilmeyen şebeke akımı
3. Frekans kontrolü
4. Demir, mangan ve kireç bileşenlerinin fazlaca bulunması
5. Ham su içerisinde yüksek klor bileşiği
6. Gerekli motor gücünün azaltılması
7. Jeneratörden gelen kalitesi bilinmeyen güç kaynağı
8. Sıcak su uygulamaları, sayfa 38 de şekil 27 de yüksek sıcaklık için azaltılmış eğriye bakınız.

Bir endüstriyel motor, maksimum güvenilirlik için MTP 75 veya CU 3 kontrol ünitesi ile korunmuştur.



Motor Soğutması

Motor Soğutması

Derinkuyu dalgıç motorlarının uzun ömürlü olması için anahtar kelime iyi soğutmadır.

Derinkuyu dalgıç motorları için tam kapasitede çalışma sırasında, kabul edilebilir soğutma suyu sıcaklığı için akışın en az 0,15 m/s ve motor etrafında rahatça döndüğünden emin olunması gereklidir. Bu hızın gerekli en az değerinin altına düşmesine pompa tarafından izin verilmemelidir. (bakınız aşağıdaki diyagram)

Aşağıdaki diyagramda motorun filtre üzerinde yerleştirildiği varsayılmıştır.

Eğer su sıcaklığı tam kapasite çalışma sıcaklığından düşükse, motor sargıları içerisindeki sıcaklık buna paralel olarak düşük olacaktır. Eğer dikey yerleşim yapıldıysa, 20° C altındaki su sıcaklığında Grundfos derinkuyu dalgıç motorları 0,15 m/s akış hızından daha az bir akış ile soğutulabilirler. Kuyu çapının 12" 'e kadar olduğu bağlantılarda serbest sıcaklık dağılımı aşağıdaki durumlarda yetersiz olur;

- Su sıcaklığı 20°C nin altında ise
- Motor yüzeyinde toprak tortusu, mangan, kireç veya demir bileşenleri yoksa
- Voltaj düşüklüğü veya voltaj kararsızlığı
- Dur/kalk şalt sayısının 30 adet/saat' den az oluğunda
- Motor kum veya çamur içerisinde kalmadıysa
- Motor kuyu filtresinin üzerinde yerleşimi yapıldıysa

Motor gücü arttırılmadan max. tam kapasite soğutma suyu sıcaklığı

- Grundfos derinkuyu dalgıç motorları 40°C
- Franklin 6" ve 8" motorlar 30°C
- Mercury 4",6" ve 8" motorlar 25°C

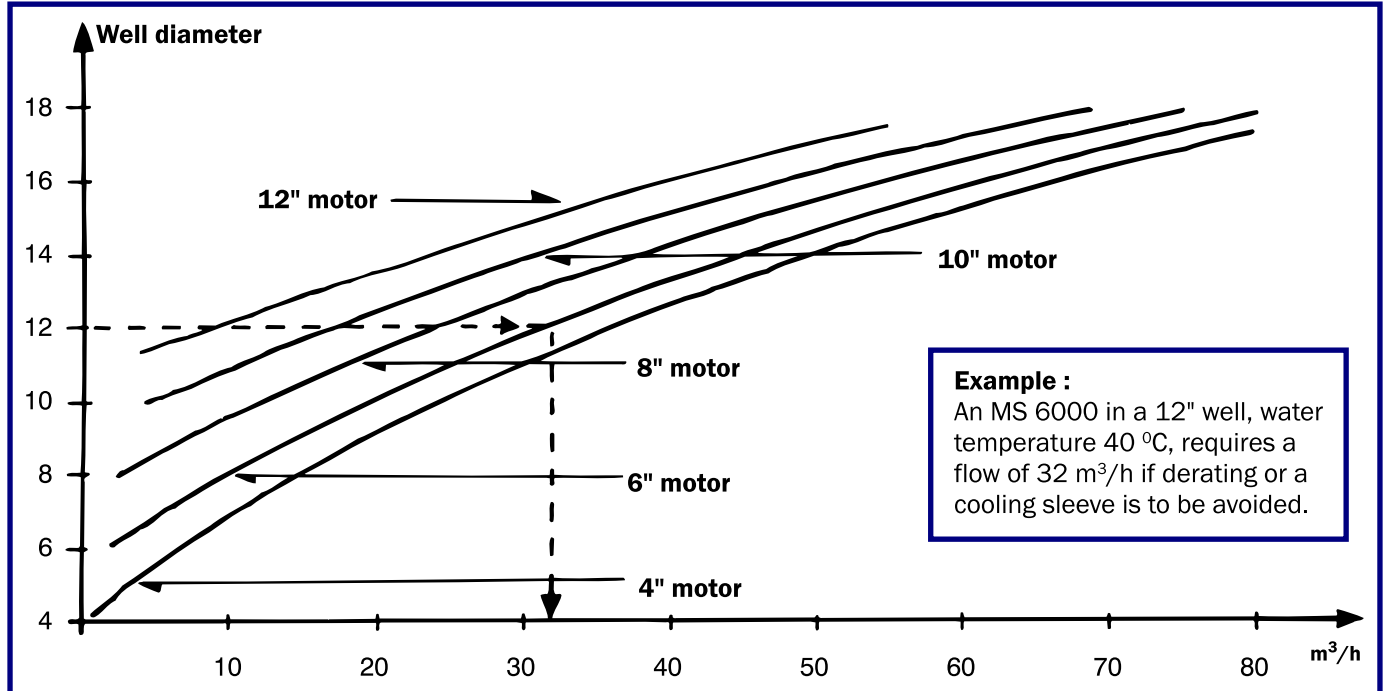
Soğutma suyu sıcaklığı maksimum tam kapasite çalışma sıcaklığından yüksek ise motor büyütülmesi gereklidir. Yani pompa motor gücünün üzerinde bir motor ile bağlanmalıdır. Bunun da ötesinde soğutma suyu akış hızı 0,15 m/s den az olmadığına, Grundfos'un standart soğutma ceketini kullanarak emin olunmalıdır.

Yüksek Su Sıcaklığı

MS 402 motorlar 40° C üzerindeki su sıcaklıklarında kullanılamaz.

Bu sıcaklık üzerinde çalıştırma MS 4000 ve MS 6000 kullanılarak yapılmalıdır. Buna rağmen genel olarak daha kısa ömürlüdür, fakat ne kadar kısa olacağını söylemek imkansızdır. Bu diğer parametrelere de bağlıdır. Örneğin güç kaynağı, suyun agresivitesi ve kum miktarı, motor soğutması gibi.

Bununla birlikte bu el kitabında verilen tavsiyeler takip edilirse, olabilecek en uygun çalışma ömrü elde edilmiş olur.



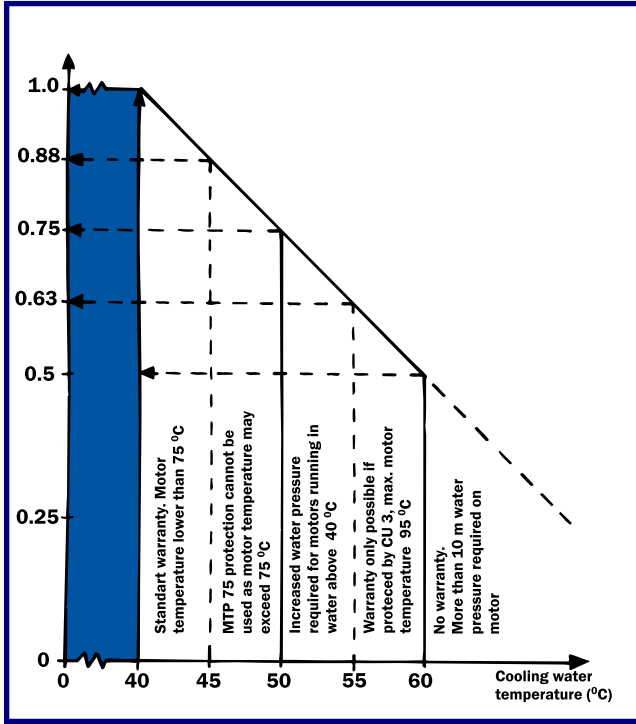
Şekil 26. Derinkuyu dalgıç motorların 0,15 m/s su hızı ile maksimum tam kapasitede su soğutması için gerekli pompa debisi

Motor Soğutması

Eğer su 40 °C üzerindeki bir sıcaklıkta ise, pompa her üç yılda bir servise girmeli ve tüm kauçuk parçaları değiştirilmelidir. Normal ömründe ve veriminde sabit olduğu da sırasıyla kontrol edilmelidir.

40 °C üzerindeki sıcaklıklardaki kullanımlarda, garanti konuları üzerinde tedarikçi ile anlaşmaya varılmalıdır ve bu durumda büyütülmüş motor ve CU 3 ünitesi olmayan kullanımlarda garanti dışı bırakılmalıdır.

20 °C üzerindeki sıcaklıklarda motor için gerekli olan en az akış hızı 15m/s'dir. 40 °C üzerinde motor yükü aşağıdaki eğride görüleceği gibi düşecektir.



Şekil 27. MS 4000 ve MS 6000 motorlar için büyütme katsayısı,

P_3 değeri büyütme faktörü ile bölünmüştür. Daha büyük KW'a göre ayarlanmış derinkuyu dalgıç motor seçilmiştir. Derinkuyu dalgıç motoru gerekli derinliğe yerleştirilmelidir. Şekil 28.

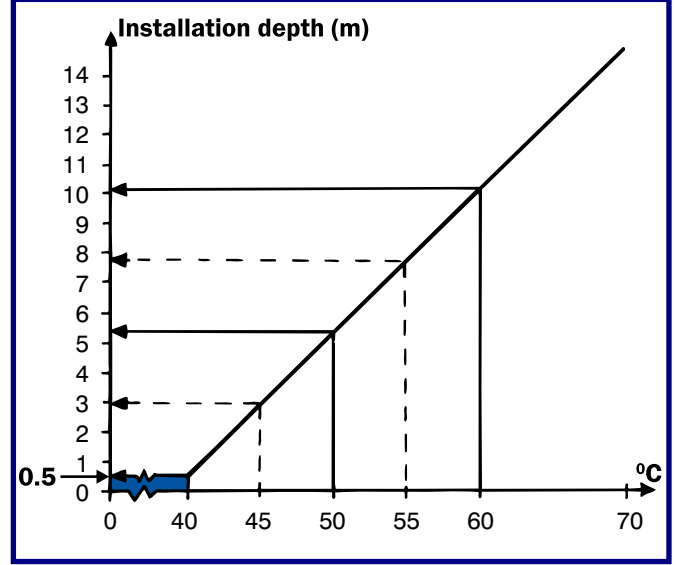
Derinkuyu dalgıç motorlarda motor büyütme

Standart motor gücü büyütme katsayısı ile çarpılır. Bu sıcak çevre şartlarında ortaya çıkacak P_2 motor gücünü verecektir.

Örnek

Bir MS 6000 standart gücü, $P_2=30$ kw dır. Soğutma hızı 0,15 m/s iken 50 °C su içerisinde $30 \times 0,75 = 22,5$ kw üretebilir. Derinkuyu dalgıç motoru tavsiye edilen derinliğe yerleştirilmiş olmalıdır.

Pompanın durması ve bunun sonucunda soğutma suyunun kesilmesi ile meydana gelecek motor kaynamasına karşı korumak için, kaynama noktasının artabilirliği düşünülerek pompa dinamik su seviyesinin 5m altına yerleştirilmelidir.



Şekil 28 MS 4000 ve MS 6000 için gerekli su basıncı ve montaj derinliği

Soğutma Ceketi

Garanti hususları dışında, bir soğutma ceketi yerleşimi için 3 önemli tez daha vardır.

1. Eğer kuyu suyu çok fazla demir, demir bileşenleri, mangan ve kireç bileşenleri içeriyorsa, bu maddeler motor yüzeyinde oksitlenmeye neden olacağı ve tortu bırakacağı için yaklaşık 5-15 °C etrafında suyun rahatlıkla dolaştığı motorlardan daha sıcak olacaktır. Bu durumda motor etrafında akış yavaş olacaktır, oksitlenmiş mineral ve metallerden oluşan izole edilmiş bir katman oluşacaktır, bu da motor sargıları içerisindeki sıcaklık artışına neden olacaktır. Sıcaklık artışı maksimum noktalara erişebilir, ısı iletim kabiliyeti azalabilir bunun sonucunda da motor ömrü azalabilir. Soğutma ceketi daima motor çevresinde bir sıvı akımı verecektir. Tortuların karakteristik özelliği olan bu davranışa karşı soğutma ceketi en optimum soğumayı yaparak karşılık verir.
2. Eğer yer altı suyu agresif veya klor miktarı çoksa, korozyona uğrama oranı, çelik ve su içerisindeki sıcaklığın her 15 °C artışında çift kat artıyorsa, soğutma ceketi kullanmak motorun korozyona uğrama riskini azaltacaktır.

Motor Soğutması

3. Kuyunun en üstünde oksitlenmiş ham su olacaktır. Pompanın her çalışmasında kuyu içerisindeki su seviyesi düşecek ve bu kuyu içerisine yeni oksijenin girmesine neden olacaktır. En üst birkaç metre içerisindeki bu oksidasyon filtreye ulaşana kadar zararsızdır. Eğer filtrelerden biraz oksijen ile birlikte ham su akışı olursa su bileşeni taze oksijen, demir, mangan ve kireç birlikte oksitlenecek ve filtrenin deliklerinde tortu meydana getirecektir. Bu pompanın verimini ve sonuç olarak suyunun kapasitesini düşürecek.

Soğutma ceketsiz derinkuyu dalgıç motorları durduğu zaman su içerisinde sıcaklık artışı olacaktır. Sıcaklığın etkisi ile ısınmış su kuyunun üstlerinde doğru hareket edecektir. O zamanda oksitlenmiş su filtreye kadar inecektir.

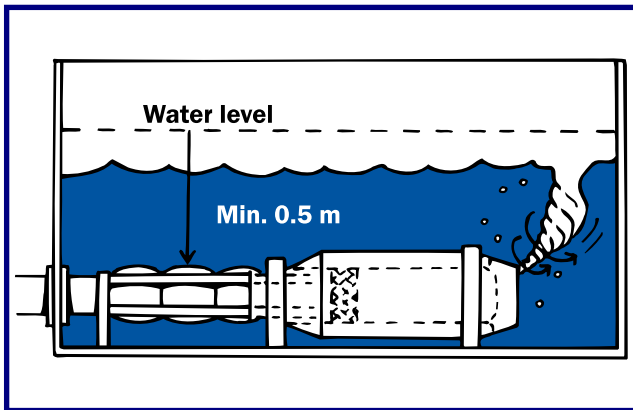
Soğutma ceketi kullanıldığı zaman, motor düşük ısılarda çalışacaktır ve motor durduğunda soğutma ceketi motordan artan ısıyı absorbe edecektir. Bunun sonucunda suyun ısınmasının etkisi ile yukarılara çıkması önlenmiş olacak ve oksitlenmiş su aşağılara kadar inmeyecektir. Bu kuyunun kireçlenme sürecinin uzamasına yardımcı olacaktır.

Bu uygulamalar, yersel ısı riskinin göz önünde olduğu özellikle yatay yerleştirmelerde ve birçok pompanın ardi ardına yerleştirilmesi gereken durumlarda soğutma ceketi daima kullanılmalıdır.

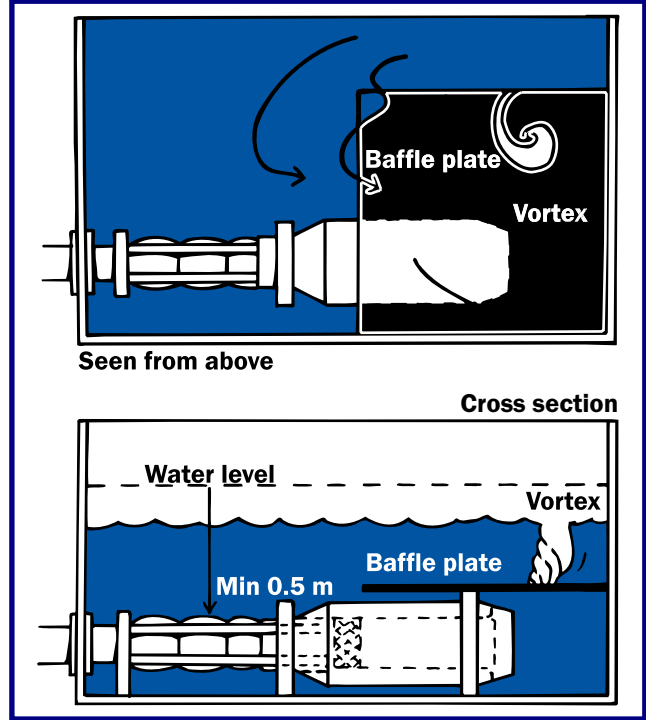
Yatay Yerleştirme

Genellikle, yatay yerleştirmelerde doğru motor soğutmasından emin olmak için daima soğutma ceketi kullanılması tavsiye edilir. Güneş ışığının neden olduğu motor üzerindeki yersel ısı artışlarını önlemek için soğutma ceketi kullanmak sık sık görülen asıl uygulamalardır. Ayrıca soğutma ceketi girdap oluşumu riskini azaltacaktır.

Kimi yatay yerleştirmelerde pompanın 50 cm dalmış olması kaviteasyonu önlemeye yetmeyecektir. NPSH diğeri daima göz önünde bulundurulmalıdır.

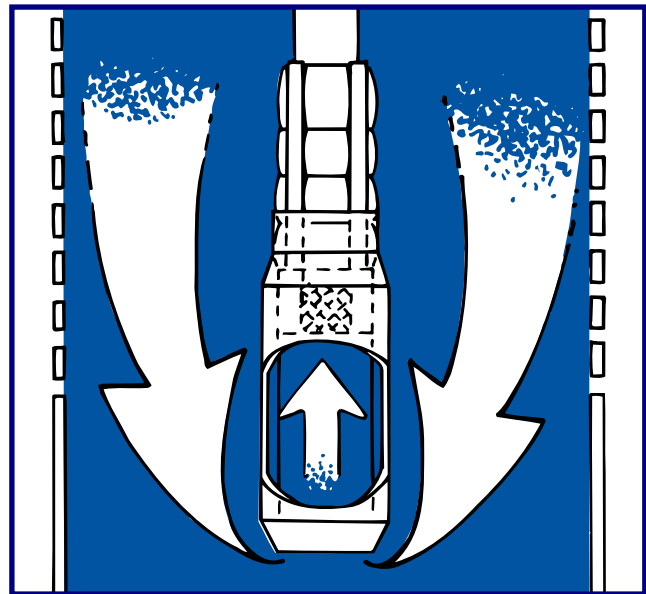


Bununla beraber, eğer daimi bir girdap oluşumu problemi varsa, düz bir plakanın giriş ağız üzerine monte edilmesi önerilir. Böylece suyun pompaya bir çok yerden akışı sağlanır.



Şekil 30. yatay monte edilmiş motorlar üzerinde girdap karıştırıcı

Eğer pompa derin olmayan bir kuyuya yerleştirilmiş ise örneğin bir tank içine veya kuyu filtresi altına kadar, yine bir soğutma ceketi kullanılması tavsiye edilir.

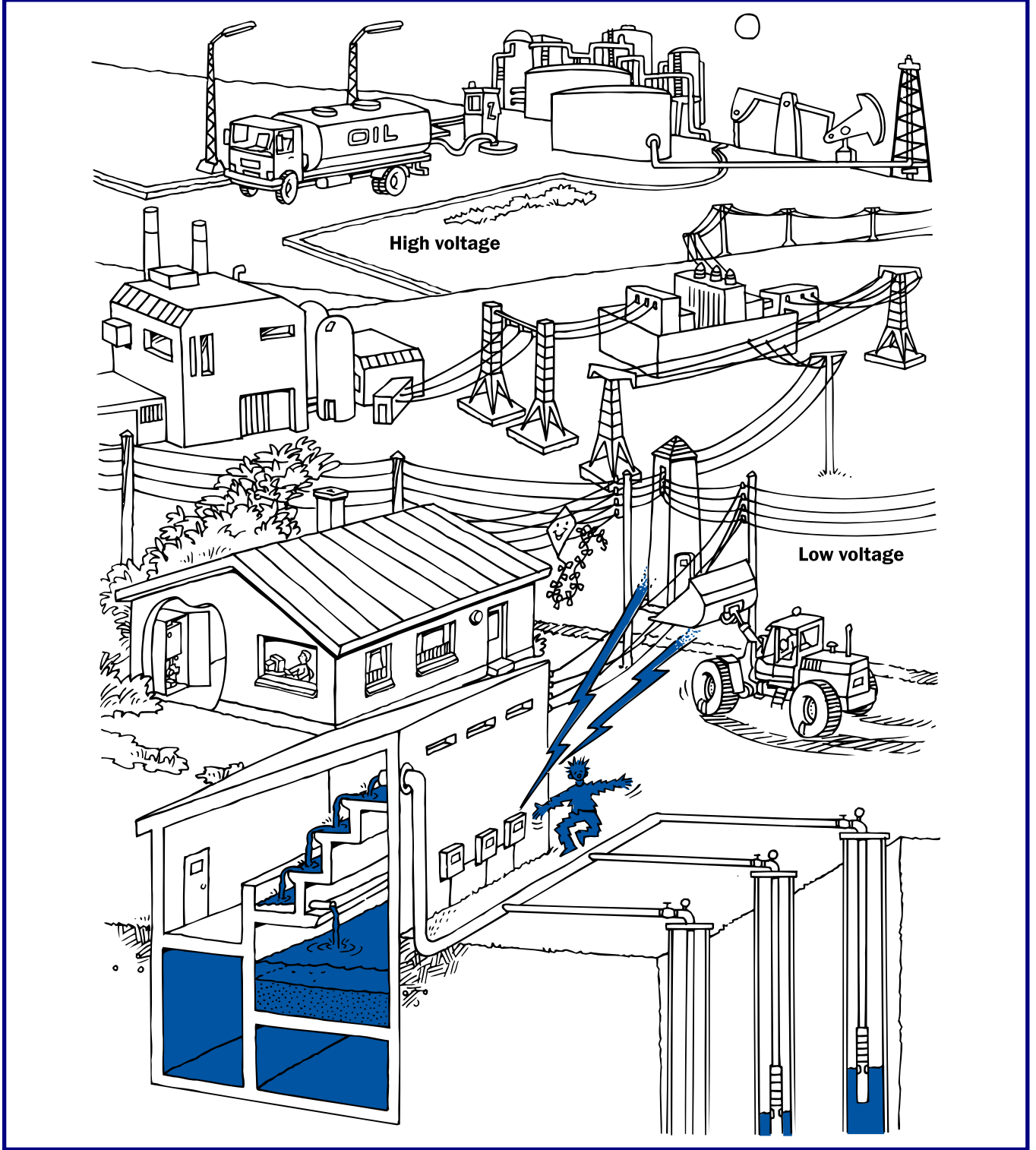


Şekil 31. tank uygulamaları içinde soğutma ceketi uygulaması



Güç kaynağı

Güç kaynağı



Voltaj düşüklüğü ve yüksek voltaj

Güç hattından belli bir değerde voltaj vermesi beklenir. Düşük voltaj transformatörünün yanında daima %3-5 oranında bir yüksek voltaj olacaktır. Güç kabloları yüklendiğinde, güç tüketimi pik yaptığı sırada oluşan dirençten dolayı bir voltaj düşmesi olacaktır. Birçok güç hattı, en zayıf noktada bir yıl içerisinde bir kereden fazla oluşan %10'un üzerindeki yüksek voltaj durumuna göre boyutlandırılmıştır.

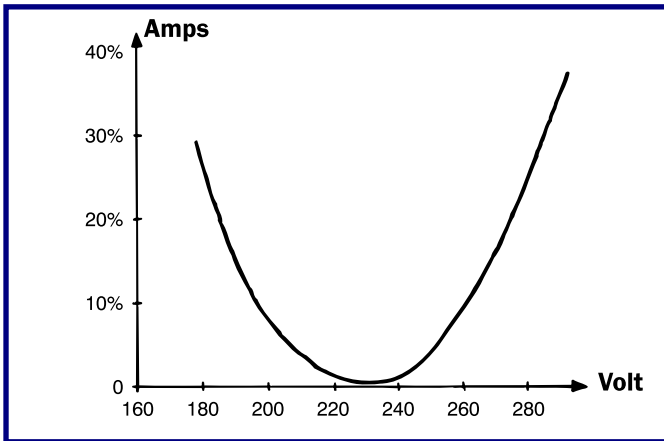
Hiçbir motor etiketi üzerinde yazan değerden daha az voltaj değerinde çalışmayacaktır. Eğer voltaj düşerse motor torku düşecek, yüklenmiş motorun hızı da bunun sonucunda düşecektir. Bunun sonucu olarak motorun verimi ve indüksiyon direnci düşecek, güç tüketimin de ise artışa neden olacaktır. Böylece motorun içerisinde oluşan ısısının arttığı görülecektir.

%10 düşük voltaja maruz kalan bir santrifüj pompa üzerindeki motor tam kapasitede çalıştığında, Güç tüketimi yaklaşık %5 ve motor sıcaklığı da yaklaşık %20 artacaktır. Eğer bu sıcaklık artışı sargıların etrafındaki yalıtım maddesi maksimum sıcaklığını geçerse kısa devre oluşacak ve stator yanacaktır.

Bu olay sadece çevre sıcaklığının yüksek olduğu, kötü soğutmanın gerçekleştiği veya voltaj düzensizliklerinin, akım düzensizliklerinin olduğu veya süreksiz voltajın aynı olduğu durumlarda gerçekleşebilir.

Genellikle, voltaj düşüklüğü izolasyon malzemesinin hızlı eskimesine, ömrünün azalmasına bunun sonucunda da sargı sıcaklığında artışa neden olur.

Elektrik şebekesinden alınan yüksek voltaj da güç tüketimini ve motor sargıları içerisinde ısı oluşumunu arttıracaktır.



Sonuç

1. Motor terminallerinde ölçülmüş değerlerin $\pm 6\%$ -10'unu olan voltaj değişimleri için, güç tüketimi eşit olduğunda veya etiket üzerinde yazan akım değeri tam kapasite deki akım değerinden az olduğunda ve eğer motor soğutması yeterli, süreksiz veya dengesiz bir durum söz konusu değilse, pompa için normal bir çalışma ömrü beklenebilir.
2. Ölçülmüş değerlerin $\pm 6\%$ -10'u aştığı kısa/periodyk voltaj değişimleri için, kısa devre olmuş stator sargılarına hatırı sayılır miktarda düşük voltaj/yüksek voltaj değişimleri olduğunda çalışma ömründe makul bir azalma olacaktır.
3. $\pm 6\%$ -10'u geçen sürekli veya uzun süreli voltaj değişikliklerinde, kabul edilebilir ömür verim aralığı için, motor büyütülmeli veya Grundfos endüstriyel motorları seçilmelidir. Ayrıca motor sıcaklığı kontrolü için CU 3 ünitesi gereklidir.

Eğer voltaj düşüklüğü veya voltaj yüksekliği, motor kablosu girişinde beklenen $\pm 6\%$ -10 aralığından fazla ise, uzun ömürlü olmasını sağlamak için bir standart motoru büyütme geleneksel bir çözümdür.

Düşük voltaj sağlandığı ortaya çıktığında tek faz motorlar genellikle kapasitör adaptasyonu gerektirir.

Voltaj düzensizliği

Güç kablolarından üç fazda da ölçülen voltajı vermesi beklenir. Bu durum düşük voltaj transformatörü civarında olacaktır.

Güç kabloları yüklendiği zaman, bütün tek fazlı araçlar, her bir tek fazda voltaj düşmesinden kaçınmak suretiyle üç faz arasında düzgünce voltajın dağıtılmış olması gerekir. Tek faz araçlar daima aç/kapa komutuyla çalışır. Bu araçlar elektrik şebekesinde düzensizliklere neden olabilir. Düzensizlikler ise dengesiz transformatörler kadar dengesiz dağıtılmış elektrik hatları veya aşınmış veya kaplanmış kontaktörler tarafından da meydana gelebilir. Motor bağlantısından önce elektrik şebekesinde olan düzensizlikler durumunda, tedarik kartı ile bağlantısı yapılmış olmalıdır. Bir motorun tüm fazları nadiren eşit yüklenir; bu nedenle düşük voltajla daha az akımın kullanıldığı sargı bağlantısı sayesinde düzensizliği telafi etmek mümkün olabilir.

Güç kaynağı

Akım düzensizliği

Akım düzensizliğinin en aza indirilmesi en iyi motor verimini ve en uzun çalışma ömrünü verir. Bu nedenle bütün fazların eşit bir şekilde yüklenmesi çok önemlidir.

Akım ölçümü yapmadan önce pompanın dönüş yönünün doğruluğunu kontrol etmek gereklidir. Örneğin bir tanesi diğerlerine göre daha yüksek performans veriyorsa, iki fazın yer değiştirilmesi ile pompanın dönüş yönü değiştirilebilir.

Akım düzensizliği %5'i geçmemelidir. Eğer bir CU 3 ünitesi varsa %10 fark kabul edilebilir. Bu aşağıdaki iki formül tarafından hesaplanabilir.

$$I (\%) = \left\langle \frac{I_{\text{phase max}} - I_{\text{average}}}{I_{\text{average}}} \right\rangle \times 100 [\%]$$

$$I (\%) = \left\langle \frac{I_{\text{average}} - I_{\text{phasemin}}}{I_{\text{average}}} \right\rangle \times 100 [\%]$$

Buradan çıkan en yüksek değer akım düzensizliğinin bir ifadesi olarak kullanılır.

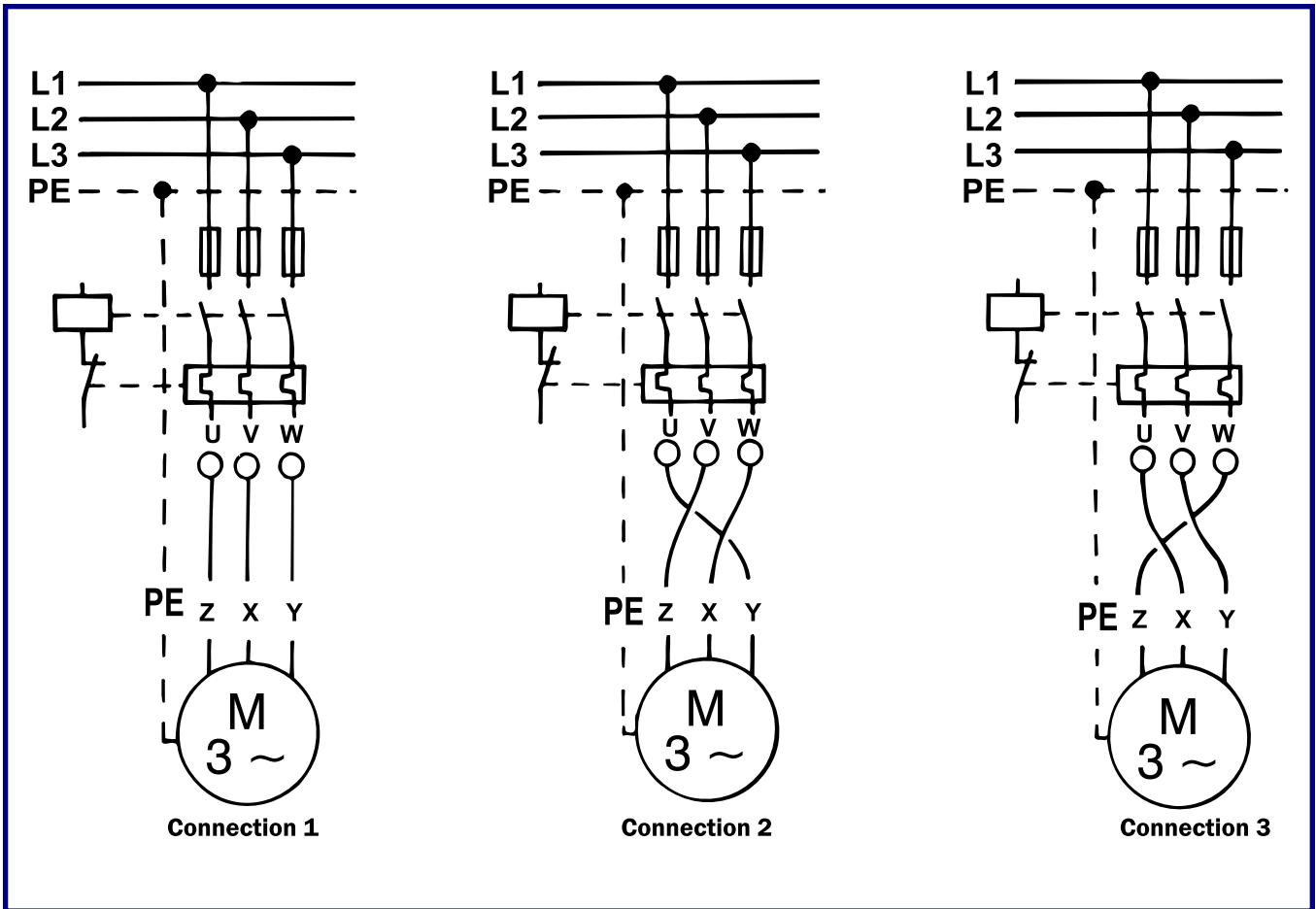
Akım aşağıda şekillendirildiği gibi her üç fazda da ölçülmüş olmalıdır. En iyi bağlantı akım düzensizliğinin en az olduğu bağlantıdır.

Bağlantı şekli değiştirildiğinde dönüş yönü değiştirilmez, fazlar daima aşağıda gösterildiği gibi hareket eder.

CU 3 ünitesi çok yüksek akım dengesizliğine karşı korumaz fakat eğer bir R100 uzaktan kumanda seti kullanılıyorsa gerçekleşen değerleri ekrandan okumaya yardımcı olur. Bu en uygun bağlantı şeklini bulmaya yardımcı olur.

Örnek

Aşağıdaki çizelgeye ve öteki sayfadaki tabloya bakınız.

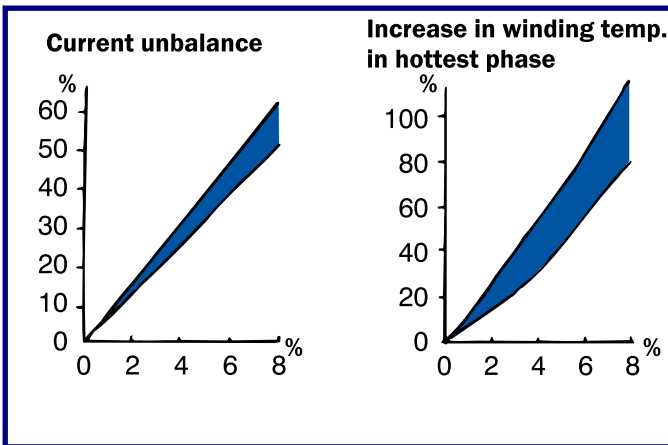


Şekil 34 : 3 x400 V, 30 A, 50 Hz bir dalğış motoru için akım dengesizliğinin düzeltilmesi

Güç kaynağı

	Connection 1	Connection 2	Connection 3
Step 1	U Z 31 A V X 26 A W Y 28 A <hr/> Totally 85 A	Z 30 A X 26 A <hr/> Y 29 A Totally 85 A	Z 29 A X 27 A <hr/> Y 29 A Totally 85 A
Step 2	Average current:	$\frac{\text{Total current}}{3 \times 3} = \frac{85 + 85 + 85}{3 \times 3} = 28.3 \text{ A}$	
Step 3	Max. amps. difference from average:	Connection 1 = 31 - 28.3 = 2.7 A Connection 2 = 28.3 - 26 = 2.3 A Connection 3 = 28.3 - 27 = 1.3 A	
Step 4	% unbalance:	Connection 1 = $\frac{2.7}{28.3} \times 100 = 9.5\%$ - no good Connection 2 = $\frac{2.3}{28.3} \times 100 = 8.1\%$ - no good Connection 3 = $\frac{1.3}{28.3} \times 100 = 4.6\%$ - ok	
Step 5	If the current unbalance is greater than 5%, the power company should be contacted. As an alternative, a derated or industrial motor protected by a CU 3 should be used. On the remote control, you will be able to read the actual current asymmetry. A current unbalance of 5% corresponds to a voltage unbalance of 1-2%.		

Az bir miktar voltaj dengesizliği büyük miktarlarda akım dengesizliğine yol açar. Bu dengesizlik sırasıyla, stator sargıları içerisinde önemli sıcaklık noktalarının karasız dağılımına ve yerel ısınmalara yol açacaktır. Anahtar sonuçlar aşağıdaki gibi grafikleştirilmiştir.



Şekil 35, Voltaj ve akım dengesizliğinin ve sıcaklığın birbiri ile ilişkisi.

Frekans

Frekans daima nominal değerde saklı kalmalıdır. Eğer frekans yükselirse pompa aşırı motor yüklemesine girebilir. Eğer frekans düşerse pompa performansı da düşecektir.

Frekansın değişikliği akım dengesizliğine neden olacaktır. CU 3 ünitesi frekans düzensizliklerine etki etmez fakat akım düzensizliklerinde etkilidir. R100 uzaktan kumanda ünitesi ile birlikte CU 3 ünitesi frekans değerinin ekrandan okunmasına yardımcı olur.

Kısa süreli yüksek Voltaj

Güç hatları üç faz üzerinde de sinüs eğrileri şeklinde olmalıdır. Güç istasyonunda üretilmiş sinüs eğrilerine, dağıtım sistemi içerisinde kısa süreli yüksek voltajlar eklenmiştir.

Kısa süreli yüksek voltajın kaynakları

1. Filtresiz frekans konvertörü
2. Yumuşak kalkış ünitesi
3. Büyük makinelerin kontakları
4. Proses makinelerinin kapasitörleri
5. Şimşek

1. Filtresiz frekans kontrolü

Modern frekans konvertörleri LC veya RC filtre ile korunabilir böylece frekans konvertörü ve motor arasında 100 m'ye kadar kablo bağlantısı içinde 850 V üzerinde voltaj pikleri üretilmez. Bu Grundfos motoru ile doğru ölçüdeki bağlantı ve doğru soğutma uygun bir ömür verecektir.

LC veya RC filtre kullanılmayan PWM tipi (puls ayarlı tip) frekans konvertörleri uygulamaya bağlı olarak 1 m uzunluğundaki kabloda ölçülen 850-1200 V arasında kısa süreli yüksek voltaj ile uygun sinüsoidal eğriden çok farklı bir voltaj verir.

Bu kısa süreli voltajlar frekans konvertörü ile motor arasındaki kablo uzunluğu arttıkça artacaktır. Örneğin 200 m'de kısa süreli akım kablo girişinde iki katına çıkacaktır. Örneğin 1700-2400 V arasında olacaktır. Bunun sonucunda motorun ömrü kısılacaktır. Bu sebepten dolayı frekans konvertörleri optimal motor ömrünün sağlanması için en azından bir RC filtre ile donatılmalıdır.

2. Yumuşak kalkış üniteleri

Yumuşak kalkış ünitesi kullanılmış bir sistem sinüzoidal olmayan akımları yutacaktır ve elektrik şebekesinde bir vızıltı oluşturacaktır. Çok kısa durma ve kalkma ivmelenmelerinin pratikte bir önemi yoktu ve elektrik şebekesindeki vızıltı ilgili düzenlemeler ile bir çatışmaya girmez. Eğer çalıştırma süresi üç saniyeden fazla ise sinüzoidal olmayan kısa süreli voltajlar motor sargılarında ısınmaya yol açacak ve sonuç olarak motor ömrü üzerine tesir edecektir.

3. Büyük makinelerin kontaktörleri

Direk (DOL) kalkışlı veya yıldız/üçgen kalkışlı büyük makineler, kontaktör açıldığında kıvılcım oluşturabilir ve elektrik şebekesine önemli ölçüde kısa süreli voltaj gönderir. Bu kısa süreli yüksek voltajlar sadece elektrik şebekeleri zayıf olan derinkuyu dalgıç motorları üzerinde tehlike oluşturacaktır.

4. Proses makinelerinin kapasitörleri

Proses fabrikalarında elektrik şebekesine kısa süreli voltaj gönderen büyük kapasitörler ve çok karışık kontrol üniteleri vardır. Bu kısa süreli yüksek voltajlar sadece elektrik şebekeleri zayıf olan derinkuyu dalgıç motorları üzerinde tehlike oluşturacaktır.

5. Şimşek

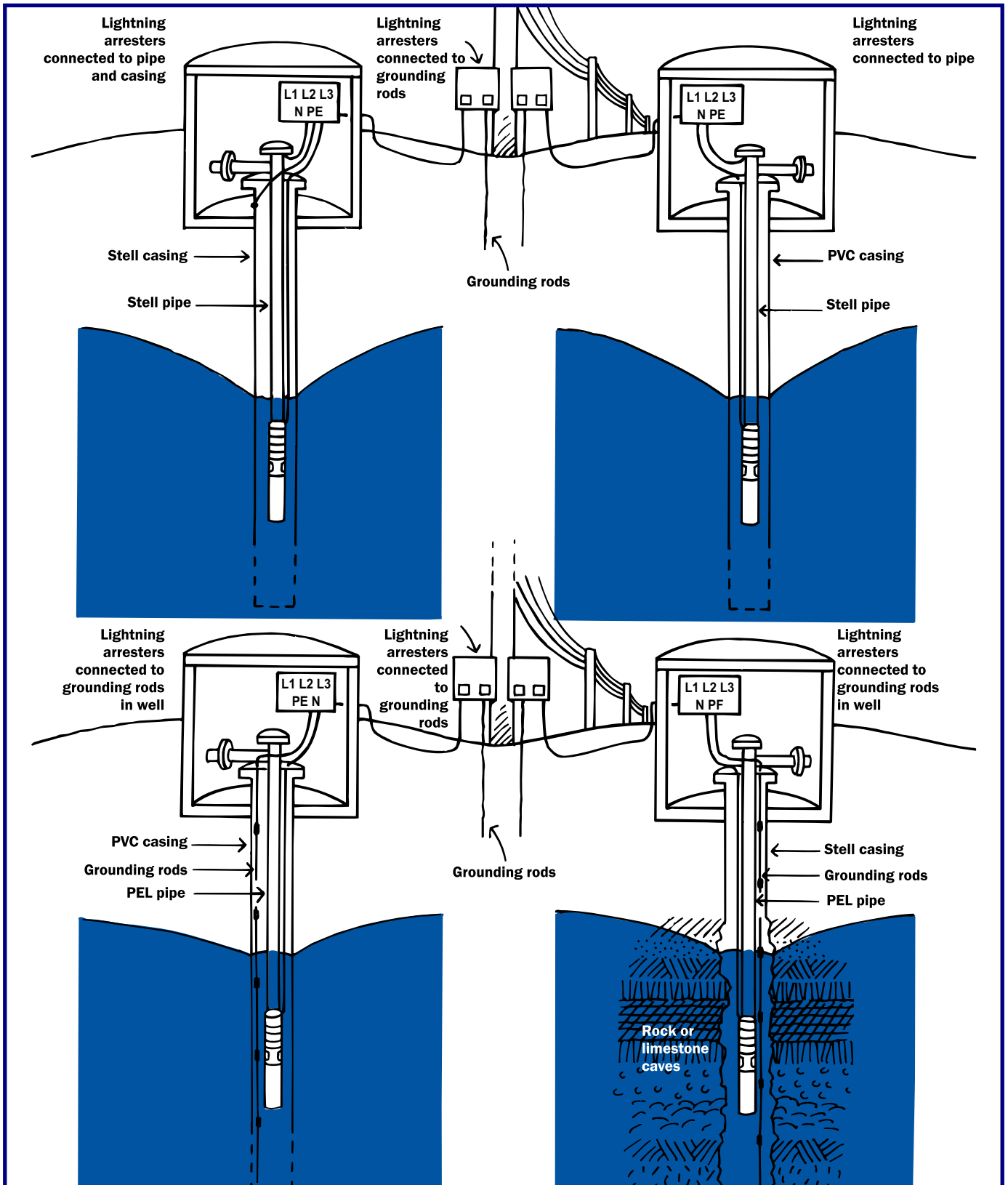
Şiddetli bir şimşegın kuyu montajları, kalkış üniteleri üzerinde büyük bir darbe etkisi vardır veya güç kaynakları genellikle yaşayan organizmaları ve tüm elektrikli bağlantıları yıkacaktır. En az 20-100 kV arasında güçlü bir şimşegın verdiği kısa süreli yüksek voltajın yarattığı ısı izolasyon malzemelerin erimesine neden olacaktır.

Şimşek çarpması yüksek voltajlı bir elektrik şebekesi gibi toprak hattı ve transformatör istasyonunda şimşek tutucular tarafından bir kısmı yutulacak kısa süreli bir yüksek voltaj oluşturacaktır.

Eğer bir düşük voltaj elektrik şebekesi güçlü bir şimşek ile çarpılırsa, pompa motorunun kalkış ünitesinde 10-20 kV dan daha fazla kısa süreli yüksek voltajın bir riski vardır.

Eğer kalkış ünitesi ve motor şimşek tucu ve toprak hattı ile doğru bir şekilde korunmazsa kuyu yerleşimi, en iyi topraklama şekli olan, yer altı suyu ile elektrik kontağı içinde kurulduğundan bozulacaktır.

Güç kaynağı



Güç kaynağı

Dalgıç motorlara şimşekten dolayı gelen zararlar, yeraltı ve yerüstü güç kablolarının her ikisinde de artabilir.

Çok sık şimşek alan bölgeler, kalkış ünitesi ve dalgıç motorunun ikisini de şimşekten koruyacak metot; kalkış ünitesi ana svicinin çıkış tarafı üzerine şimşek tutucu yerleştirmek ve bunları çubuklar ile yere bağlamak veya eğer kuyunun kolon borusu varsa bu kolon borusu malzemesini çelik olarak seçmek olacaktır.

Sondaj kuyusunda, kuyu gövdesi çelik ise ve topraklanmış kolon borusunun izolasyon svicinin çıkış tarafı şimşek tutucular ile donatılmalıdır.

Daha derin montajlar için şimşek tutucular motor kablolarına da monte edilmiş olmalıdır, 200 m kabloda kısa süreli yüksek voltaj iki kat olacaktır. Fakat genellikle çok fazla şimşek alan yerlerdeki, şimşek tutucuların durumları motoru periyodik olarak megel cihazı ile (izolasyon direnci ölçümü) yaptığınız sırada kontrol edilmelidir.

Eğer güç kaynağı ağır şimşek sebebiyle oluşan voltaj düşüklüğüne maruz kalıyorsa, güç kaynağı şirketini arayarak transformatör istasyonundaki şimşek tutucularını test etmelerini isteyiniz.

Eğer bir sistem çok fazla şimşeğe maruz kalıyorsa, kalkış ünitesindeki tüm parçalar test edilmelidir.

Kontaktör, motor içerisinde yüksek voltaj veren ve akım dengesizliği yaratan bir faz üzerinde yanmış olabilir. Kontaktör veya sıcaklık rölesi voltaj düşüklüğü ve voltaj dengesizliği veren bir çok faz üzerinde yanmış olabilir. Sıcaklık rölesi yanmış olduğu için sıcaklık yükseldiğinde motoru korumak için atıp devreyi kesemez.

Sadece bazı motorlar güçlü şimşeklerin etkisiyle zarar görebilir, geri kalanlar bunun etkilerinin nedenlerinden zarar göreceklerdir.

Grundfos derinkuyu dalgıç motoru olan MS 402, 15 kV seviyesine kadar yalıtıma sahiptir. Pratikte kuyunun çok yakınında şimşek olması ile bağlantılı olarak motor bu maksimum voltaj pikine maruz kalır. Şimşek doğrudan kuyunun üzerine düşmesi durumu ise buna dahil değildir. Ek şimşek korumaları bu yüzden gerekli değildir.



Kablo ve Kablo bağlantıları

Kablo ve Kablo bağlantıları

Kablo seçimi

Derinkuyu dalgıç pompanın uzun ömürlü olması için elektrik kablosunun kalitesi ve kablo bağlantısı önemli bir faktördür.

Derin kuyulardaki dalgıç pompalar için Grundfos sadece TML-A ve TML-B veya benzer kalitede kablo tipi önerir. TML-B içme suyu için onaylanmıştır.

Çok sıklıkla kullanılan H07RN kablolar, kablo üzerinde sadece düşük bir su basıncı (2-5 m.) ile kısa aralıktaki sığ kuyular için yeterli bir çözüm olacaktır. Eğer bu kablo tipi su basıncının yaklaşık 10 m den daha fazla olduğu daha derin kuyularda kullanılırsa, içeriye su nüfus etmesinden dolayı pompa ve motor servis için götürülüp sık sık kablounun değişmesi gerekecektir.

Aşağıda çeşitli kablo tipleri arasında kullanışlı bir kıyaslama tablosu bulacaksınız.

Item	Cable type	TML-A	TML-B	H07RN
Sheath material		EPR~EPDM	EPR~EPDM	Neoprene/Hypalın
Core insulation		EPR~EPDM	EPR~EPDM	Rubber
Max. ambient temperature		70°C	70°C	60°C
Max. core temperature		90°C	90°C	60°C
Max. short-circuit temperature		250°C	250°C	200°C
Nominal voltage		720/1000 V	720/1000 V	450/750 V
Test voltage		2500 V	2500 V	2500 V
Test voltage		-40°C - 80°C	-40°C - 80°C	-40°C - 60°C
Max. surface temperature		Blue	Blue	Black
Colour		0.02%	0.02%	1%
Water absorption		DIN 298 - part 4	DIN 298 - part 4	DIN 298 - part 4
Current carrying capacity		10 ¹² - 10 ¹⁵ ohm/cm	10 ¹² - 10 ¹⁵ ohm/cm	1 Mohm/km
Insulation resistance		VDE 293	VDE 293	VDE 293
Colour sequence		see table	see table	see table
Temp. correction factor		IEC 245	IEC 245	IEC 245
Production standard		VDE 282	VDE 282	VDE 282
		VDE 250	VDE 250	
		IEC 228	IEC 228	IEC 228
Cable standard		Process water	BAM, KTW drinking water	<HAR>
Approvals		DIN 57295	DIN 57295	DIN 57295
Core resistance		VDE 295	VDE 295	VDE 295
GRUNDFOS standard		GS181H0020-22-23	GS181H0020-21-22-23	GS181H0024
Price		Medium	High	Low
Resistant to oil spills from well drilling		Yes	Yes	Yes
Can stand permanent contact with slightly polluted water		No	No	No
Drop cable		Available	Available	Available
Motor cable		Not available	Standard	Not available
* GRUNDFOS		Available	Available	Available
* Franklin		Available	Available	Available
* Mercury				

Kablo ve Kablo bağlantıları

Kablo seçimiDerinkuyu dalgıç motor kabloları hiç bir zaman motorun kalkışta çekeceği saniyenin on'da birinden az ve çalışma fazında %35 altında düşük voltaja dayanacak şekilde boyutlandırılmamıştır.

Kablo, motorun nominal voltajını aşmayacak yüksekvoltaja dayanabilecek şekilde boyutlandırılmıştır.

Güç kaynağındaki düşük voltaj için kablo, motorun tam yükte %3 voltaj düşüşüne göre boyutlandırılmış olmalıdır. Bazı ülkelerin kurallarına göre örneğin orta Avrupa'da maksimum voltaj düşümü motor kalkış ünitesinde %3'e kadar izin verilmiştir.

Eğer güç kaynağı tam yüklemeye nominal voltajı devam ettirebilirse, kablo kalkış ünitesinden motora kadar %3-5 voltaj düşmesi için boyutlandırılmış olmalıdır.

Motor doğru hızında çalışırsa, pompa performansı çalışma aralığında gösterilen değerlerde çalışacaktır. Motor voltajı etiketinde gösterdiği değerden daha az ise hız düşecektir. Kabloların iletkenliği genellikle 30° C çevre sıcaklığına göre ayarlanmıştır. Eğer sıcaklık bu değerden yüksekse, hesaplanmış kablo uzunluğu sağdaki tabloya göre azaltılmış olmalıdır.

- U = Nominal voltaj [V]
- U = Voltage düşmesi [%]
- ΔI = Motorun nominal akımı [A]
- ρ = Özel direnç: 0.02 [mm²/m]
- q = Dalgıç motor kablosunun kesiti [mm²]
- XI = İndüktif direnç:

Cable type	TML-A-B	H07RN
Insulation material	EPR	NR/SR
Ambient temp.	Correction factor	Correction factor
10	1.18	1.29
15	1.14	1.22
20	1.10	1.15
25	1.05	1.08
30	1.00	1.00
35	0.95	0.91
40	0.89	0.82
45	0.84	0.71
50	0.77	0.58
55	0.71	0.41
60	0.63	-
65	0.55	-
70	0.45	-

TML kablolarının kalitesi, en yüksek çevre sıcaklığındaki azaltılmış düzeltme faktörlerinden görülür.

Bakır tellerin boyutlandırılması için formüller aşağıda verilmiştir.

Monofaze derinkuyu dalgıç pompanın maksimum kablo uzunluğu:

$$L = \frac{U \times \Delta U}{I \times 2 \times 100 \times (\cos \phi \times \frac{\rho}{q} + \sin \phi \times XI)} \text{ [m]}$$

Trifaze derinkuyu dalgıç pompanın maksimum kablo uzunluğu:

$$L = \frac{U \times \Delta U}{I \times 1.73 \times 100 \times (\cos \phi \times \frac{\rho}{q} + \sin \phi \times XI)} \text{ [m]}$$

Kablo ve Kablo bağlantıları

Cables for 3-phase 380/400/415 V, 50 Hz, DOL soft starter or autotransformer starter																
Motor type	kW	Copper cables (mm ²) at 4% voltage drop														
		1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
		Length (m)														
MS 402	0.37	768														
	0.55	489	811													
	0.75	416	691													
	1.1	281	467	744												
	1.5	219	363	579	862											
MS 4000	2.2	153	254	405	605	997										
	3.0	113	188	300	447	736										
	4.0	89	147	235	350	578	909									
	5.5	64	106	169	251	414	651	992								
MS 6000	5.5	66	109	174	260	427	671	1020								
	7.5	49	81	130	193	319	501	764								
	9.2		65	103	154	254	400	611	833							
	11.0		56	89	133	219	345	526	719	992						
	13.0			75	112	185	291	444	605	833						
	15.0			66	98	161	254	388	529	729	974					
	18.5				80	132	208	317	432	595	794					
	22.0					112	176	269	368	509	682	878				
	26.0					94	148	227	310	428	574	739	889			
	30.0						129	196	268	370	495	636	764	901		
Franklin 6"	37.0						112	172	236	327	441	571	690	819	955	
Franklin 8"	45.0							144	197	272	366	472	568	672	781	927
	55.0								161	222	298	385	464	549	637	757
	75.0									167	225	290	350	415	483	576
	93.0										176	226	272	320	371	438
	110.0											192	230	272	315	374
	130.0											169	203	241	281	334
150.0												179	213	248	296	
Mercury 12"	185.0															232
	220.0															199

Dikkat :
Son olarak kablo kesitleri montajcının belirlediği boyutlar ile yerel yönetmeliklerin verdiği boyutların birbiri ile uyumlu olmasına dikkat edilmelidir.

Tablo, kuyu içerisindeki derinkuyu dalgıç bakır kablolarının kabul edilebilir uzunluklarını verir. Kablonun bir bölümü yeraltındaysa alüminyum kablolar sıklıkla buralarda kullanılabilir. Alüminyum kabloların sahip oldukları mm² başına iletkenlik miktarları çok düşüktür. Bu demektir ki kesit alanı, aynı uzunluk için 1,5 düzeltme faktörü ile artırılmış olmalıdır. Alternatif olarak, kabul edilebilir uzunluk aynı boyutlar için 0,67 düzeltme faktörü ile azaltılmış olmalıdır.

Kablo ve Kablo bağlantıları

Motor kablosu ile elektrik kablosunun birbiri ile bağlantısı

Motorların sıklıkla yanması yanlış veya uygunsuz kablo eklemeleri nedeniyle meydana gelir. Grundfos, tavsiye ettiği ürünleri veya buna yakın aynı kalitedeki ürünleri kullanmanızı ve üreticinin üzerinde durduğu tüm önemli noktaları takip etmenizi önerir.

Her kablo bağlantısı sızdırmaz olmalı ve minimum 24 saat su içerisinde kaldıktan ölçülerek 10 megaohmluk izolasyon direncine sahip olmalıdır.

Bunu elde etmek için sırasıyla bütün kablo parçaları %100 temizlenmiş ve servis el kitabında ve servis video programında gösterilen tüm gerekli diğer noktalar yerine getirilmiş olmalıdır. Kablo bağlantısı yapmak için 4 farklı yol vardır.

1. Shrink flex bağlama yöntemi

Pratikte en çok görülen bağlama şeklidir. Bunun yanında büyük kablo tipleri için daha fazla sıcaklık gereklidir. Çakmak veya ufak ısıtıcılar bunun için yetersiz gelir. Bu prensibin avantajı, bağlantı kuruması için süreye ihtiyaç duymaz fakat tam olarak yerleştikten sonra hemen kullanıma hazırdır.

2. Gömme bağlantı

En eski ve en çok bilinen bağlantı şeklidir ve en doğru ve kolay montajı sağlar. Özel aletler gerektirmeden her yerde kullanılabilir. Dezavantajı ise sertleşmesi için en az 24 saat beklemesi gerektiğidir. Fiyat bakımından karşılaştırıldığında shrink flex bağlantı ile aralarında fark yoktur.

3. Bantlamak

Derinkuyu dalgıç kablolarının bağlantısı için özel bantlar kullanmak önemlidir. Bantlı bağlantılar sadece su basıncının orta (2-5 m) civarında olduğu durumlarda kullanılmalıdır.

4. Fişli bağlantı

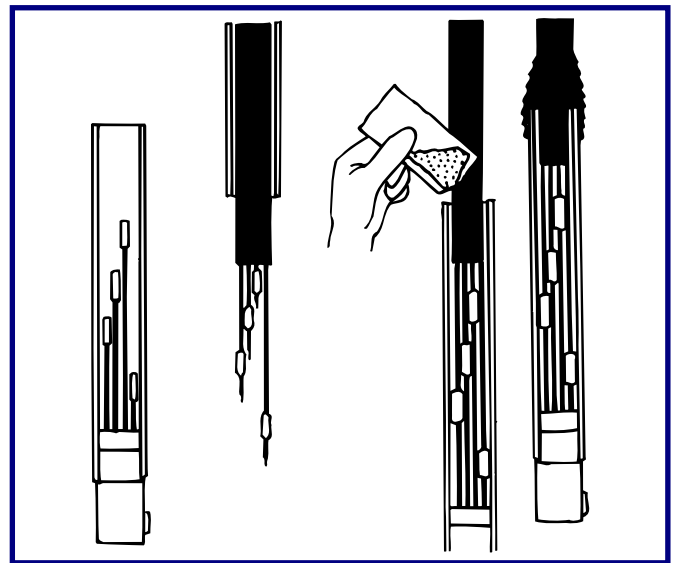
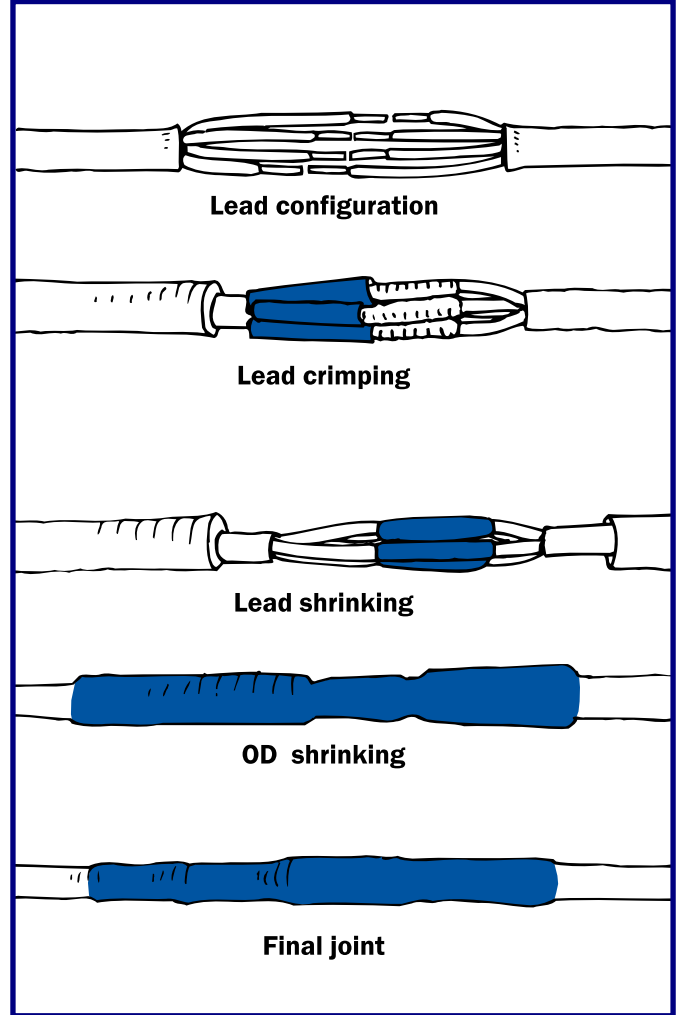
Kablo bağlantı kitlerinin veya bantların 3 yıldan daha eski olmamaları çok önemli bir ayrıntıdır. Eğer depolama sıcaklığı 15° C üzerinde ise bu yaş limiti bir yıl düşmüş olmalıdır. Daima bakım sırasında kablo bağlantıları test edilmelidir.

Motor kablosu fişi

Motor kablosu fişi daima dokümanlarda belirtilen torca uygun olmalıdır.

Kablo fişinin yağlanması durumunda ise iletkenliği olmayan bir malzeme seçilmelidir. (silikon yapıştırıcı gb)

Motor kablo fişleri 3 yıldan daha uzun süreler kullanılmış ise sızıntı olabileceği düşünülerek yeniden kullanılmamalıdır.



Frekans kontrolü ile kullanım

Derinkuyu dalgıç motorların frekans kontrollü çalıştırılması için aşağıdaki durumların sağlanmış olması gereklidir.

1. Frekans kontrolü 850 V üzerinde olabilecek voltaj piklerinden korunmak için LC veya RC filtreye sahip olmalıdır.
2. Motor etrafındaki akış hızı en az 0,15 m/s olmalıdır. Eğer kuyu motor çevresinde soğutma için yetersiz bir akış hızı veriyorsa motor bir soğutma ceketini kullanılmıdır.
3. Yüksek statik yükseklığı bulunan açık sistemlerde derinkuyu dalgıç motorlarının kontrolü ile güç tüketimi bir dereceye kadar değişiklik gösterecektir. Bu demektir ki pompa performansındaki azalma motor içerisinde sıcaklık artışına neden olacaktır. Bundan dolayı beklendiği gibi motor ömründe azalma olacaktır. Frekans kontrolü ile çalışmada, Grundfos daima motorun boş bir kapasite kullanmasını tavsiye eder, buda bir endüstriyel motor veya basitçe bir büyük standart motor kullanmak ile sağlanabilir.
4. Motor hız/frekans oranı 1400 d/d / 25 Hz'den büyük olmalıdır. Böylece eksenel yataklarda yağ filmi oluştuğundan emin olunur.
5. Motorun bir MTP 75 ile korunması sağlanamaz. Motor ile çalışmada Tempcon tipi bir sıcaklık transmiyeri kullanılması uygundur. Değerler not edilmiş olmalıdır. Bununla beraber ileri derecelerde frekans kontrolü olmadan sıcaklık değerleri okunamayacaktır.
6. Frekans kontrollü Grundfos derinkuyu dalgıç motorlarının sıcaklık koruması motora akuple edilen bir Klixon cihazı ile mümkün olur. Sıcaklık değeri okunamaz fakat koruma sağlar. Motor için ek bir kabloya ihtiyaç vardır fakat genellikle tank ile olan uygulamalarda kullanılan frekans kontrollü derinkuyu dalgıç motorlarının çalışması için buna gerek vardır ve ek bir maliyete veya karışıklığa yol açmayacaktır.
7. Deneyler gösterir ki frekans kontrolünden bağımsız olarak pompanın sağladığı nominal değerler, olması gerektiğinden %10 daha düşüktür. Bu durum aşağıda gösterilen üç değişik yol ile önlenir.

- Gerçek pompa eğrisine ve fabrika karakteristiğine bağlı olarak minimum kabul edilebilir frekans bulunur. Bu değer frekans konvertöründe ayarlanır. Hesaplanmış değerler pratikte bir debimetre sayesinde kontrol edilir.

- En az akış kalkış ünitesine bağlı debimetre üzerinde ayarlanır. Bu değer motorun kapalı olduğu değerdir. Bu akış basınç sensörü üzerinde ayarlanan minimum basınç ile de ilişkilidir.
- En basit yöntem her pompanın çıkışına bir akış anahtarı bağlamaktır. Bu akış anahtarı debi %10 dan düşük olduğu taktirde kanta akımını keser.

Eğer yukarıdaki noktalar sağlandığında motor beklenen kabul edilebilir çalışma ömrünü verecektir.

Harici frekans kontrolü içinde güç kaybı ve kesintili çıkışlar sonucunda aşağıdakiler oluşacaktır.

- Ana işletim sırasında motor içerisinde sıcaklık artışı olacaktır.
- Motor verimi azalacaktır.
- Motorun güç tüketimi artacaktır.

Bunlardan dolayı oluşan dezavantajları kompanse etmesi için daima endüstriyel motorlar kullanılmalıdır.

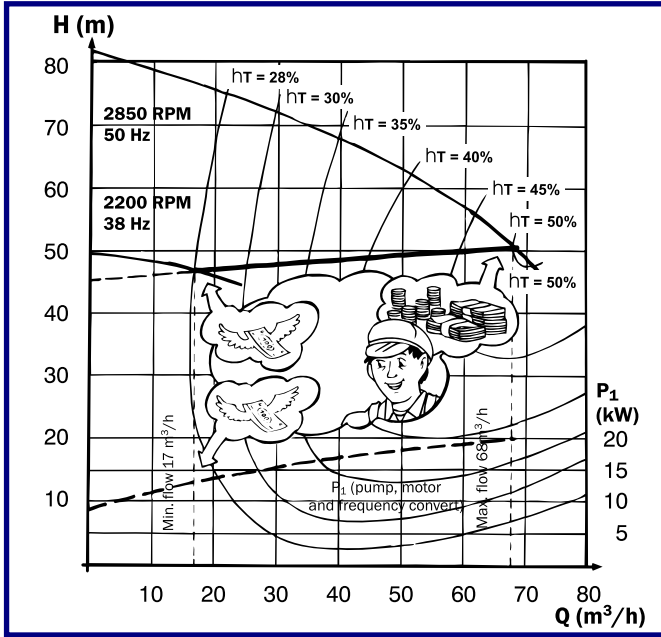
Çalışma ekonomisi bakımından düşünüldüğünde aşağıdakiler belirtilmiştir:

Frekans kontrollü pompaların ham su pompalama ile alakalı çalışma ekonomisinde artış olmayacaktır. Bunun yanı sıra gerekli olan tank sayısında ve hacimlerinde bir azalma olacaktır. Frekans kontrollü ham su pompaları boru sistemi içerisindeki ve kuyu içerisindeki pompanın dur kalk sırasında oluşan basınç dalgalanmalarında azalma görülecektir.

Grundfos, sadece büyük boru direncinden dolayı frekans kontrollü çalıştırmayı tavsiye etmez. Bazı durumlarda direnci azaltmak yada boru sisteminin pompa çalışmasına adaptasyonu sağlamak ile birlikte sorgulanmalıdır. Bu en yüksek enerji korunumlu çalıştırmayı verecektir (kWh/m³).

Aşağıdaki diyagramlar, pompanın tek başına çalıştırılması veya sıra değiştiricili çalışması sırasında değişik kapasitelerde toplam verimleri göstermektedir.

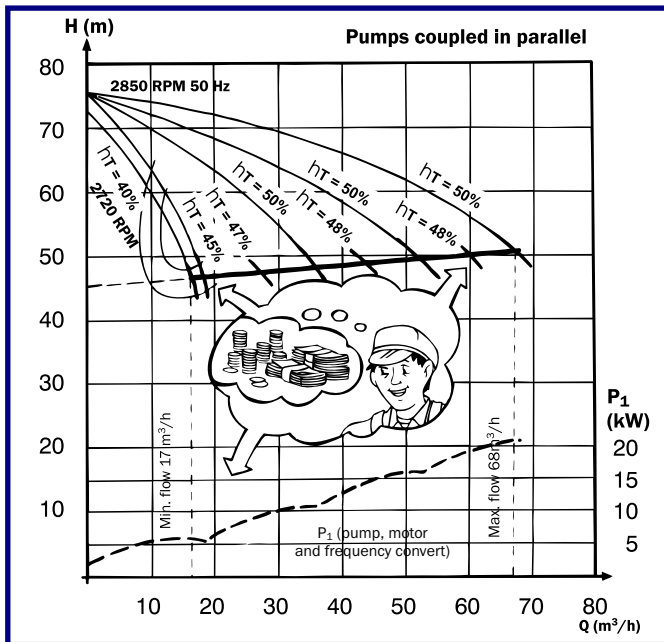
Frekans kontrolü ile kullanım



Şekil 39 : Tek pompa düzenlemesi

Şekil, pompanın motorun ve frekans kontrolünün tam kapasitede toplam veriminin %50 olduğunu gösterir. Bununla beraber toplam verim minimum kapasitede %28'e düştüğü görülür.

Aşağıdaki şekil en az dört pompa arasında kapasitenin bölündüğü sistemde, çalışma ekonomisinin ciddi bir biçimde arttığını gösterir.



Şekil 40. Grundfos MF kontrol tipi

MF kontrol sistemi

Dört pompanın sadece bir tanesinin frekans kontrollü olarak çalıştırılması toplam verimin %45 olduğu minimum kapasiteye düşürmesini sağlar. Diğer kapasitelerde toplam verim %45-%50 arasında değişiklik gösterir.

Jeneratörlü çalıştırma

Jeneratörlü çalıştırma

Derinkuyu dalgıç motorlar için dizel motor tahrikli jeneratörler genellikle aşağıdaki şu şartlarda teklif edilir.

- Deniz seviyesinden yüksekliğin maksimum 150 m olduğu,
- İçeri giren hava sıcaklığının maksimum 30 C olduğu,
- Maksimum nem oranının %60 olduğu durumlar.

Eğer bu limitler aşırsa, sırasıyla standart dizel motoru ve uygun jeneratör motor gücü gerekli gücü sağlayabilmek için arttırılmalıdır.

Jeneratör seti sipariş edilirken, deniz seviyesinden yüksekliği, içeri giren hava sıcaklığını ve nem oranını mutlaka vermelisiniz, üretici buna göre jeneratör için gerekli motor gücü artışını fabrikada ayarlayabilir. Trifaze derinkuyu dalgıç motorları için jeneratörler kalkış anındaki %35 voltaj düşmesine dayanabilecek şekilde ayarlanır.

İç kontrollü jeneratörlerin seçimi için, aşağıda yerleştirilmiş tabloda direk kalkışlı (DOL) monofaze ve trifaze motorların devamlı çalışma sırasındaki kw ları verilmiştir.

Examples of derating factors for standard diesel engines	Examples of derating factors for standard generators
Altitude: 3.5% for every 300 m above 150 m above sea level (2.5% for turbo-charged engines).	Altitude: 2.5% for every 300 m above 1000 m above sea level.
Air inlet temperature: 2% for every 5.5°C above 30°C (3% for turbo-charged engines).	Air inlet temperature: 5% for every 5°C above 40°C.
Humidity: 6% at 100% humidity.	

Submersible motor rating for single-phase and three-phase versions (kW)	Generator rating		Elevation of max. 150 m and a humidity of 100%		Elevation of max. 750 m and a humidity of 100%	
			Diesel engine rating at an ambient temperature of			
	(kVA)	(kW)	30°C (kW)	40°C (kW)	30°C (kW)	40°C (kW)
0.25	1.5	1.0	1.25	1.3	1.4	1.43
0.37	2.0	1.5	2.0	2.1	2.3	2.3
0.55	2.5	2.0	2.5	3.1	2.8	2.86
0.75	3.0	2.5	3.0	3.1	3.4	3.44
1.1	4.0	3.0	4.0	4.2	4.5	4.58
1.5	5.0	4.0	5.0	5.2	5.6	5.73
2.2	7.0	6.0	7.0	7.3	7.8	8.0
3.7	11.0	9.0	10.0	10.4	11.1	11.5
5.5	16.0	12.5	14.0	14.6	15.6	16.0
7.5	19.0	15.0	17.0	17.7	19.0	20.0
11.0	28.0	22.0	25.0	26.0	28.0	29.0
15.0	38.0	30.0	35.0	36.0	39.0	40.0
18.5	50.0	40.0	45.0	47.0	50.0	52.0
22.0	55.0	45.0	50.0	52.0	56.0	57.0
30.0	75.0	60.0	65.0	68.0	72.0	75.0
37.0	95.0	75.0	83.0	86.0	92.0	95.0
45.0	110.0	90.0	100.0	104.0	111.0	115.0
55.0	135.0	110.0	120.0	125.0	133.0	137.0
75.0	185.0	150.0	165.0	172.0	183.0	189.0
90.0	220.0	175.0	192.5	200.0	215.0	220.0
110.0	250.0	200.0	220.0	230.0	244.0	250.0
132.0	313.0	250.0	275.0	290.0	305.0	315.0
150.0	344.0	275.0	305.0	315.0	335.0	345.0
185.0	396.0	330.0	365.0	405.0	405.0	415.0

Eğer jeneratörün ve dizel motorun tabloya göre güçleri arttırıldıysa aşağıdakiler geçerli olacaktır.

1. Jeneratördeki voltaj düşmesi çalışma sırasında %10'u geçmeyecektir. Hatta bu, pompa motorunun kalkış ünitesi içerisinde kullanılan piyasadaki en emniyetli aşırı voltaj koruması anlamına gelir.
2. Tam kapasitede devamlı çalışan pompa motor ile çalışan dizel motor sadece yaklaşık %70'i kadar yükleneceğinden, Jeneratör ve dizel motor normal çalışma ömrüne sahip olacaktır.

Dizel motoru tipik olarak maksimum yükün %70-80'inde maksimum verime sahiptir (çıkan her kw'a karşı en az yakıt tüketimi).

Jeneratörlü çalıştırma

3. Düşük voltaj koruması için bir CU3' ün monte edilmesi veya ototransformatör tarafından çalıştırmasıyla tabloda gösterildiğinden %20 daha küçük bir jeneratör ve dizel motor seçmek mümkün olabilir.

Bununla beraber bu hava filtrelerinin ve enjeksiyon nozullarının tamir sıklığı, yağın değişimi ve soğutucunun temizliği demektir.

Bunun yanında çalışma sırasında %20'ye kadar voltaj düşmesine neden olacaktır. Eğer motor kablosu ve elektrik kablosunda %15'e kadar kayıp var ise motordaki toplam voltaj kaybı %35'den fazla olacaktır.

Trifaze motorlar için problem yoktur fakat bazen monofaze motorlarda düşük kalkış voltajı için büyük boy kapasitör kullanmak gerekecektir.

İki çeşit jeneratör vardır. Biri içten regülatörlü diğeri dıştan regülatörlüdür.

Dahili regülatörlü jeneratörler, jeneratör sargısı içinde ek bir sargıya sahiptir ve ayrıca buna kendi kendini harekete geçirme (self-excited) adı verilmiştir. Ekstra sargı amacı çıkış akımını ve çıkış voltajını otomatik olarak arttırmaktır.

İçten ayarlamalı jeneratörler normal olarak en iyi çalışma verimi gösterecektir.

Harici regülatörlü jeneratörler, dışarı monte edilmiş bir voltaj regülatörü kullanılarak makul bir çıkış voltajı elde edilir. Kalkıştaki voltaj düşmesine uygun olarak regülatör jeneratörün voltajını arttırır.

Harici olarak regüle edilen bir jeneratör, dahili olarak regüle edilen bir jeneratöre göre aynı başlangıç torkunu verebilmesi için kW/kVA olarak 50% daha büyük seçilmelidir.

Jeneratör frekansı, motor hızının frekans ile değişmesi nedeniyle önemlidir. Pompa benzerlik kurallarına göre bir pompanın motor etiketinde yazılı olan değerden 1 ile 2 Hz altında çalışması onun performans eğrisindeki değerler ile buluşmayacağını gösterir. Karşıt durumda bir pompanın 1 ile 2 Hz üstünde çalışması durumunda aşırı akım rölesi atabilir.

Jeneratör Çalışması

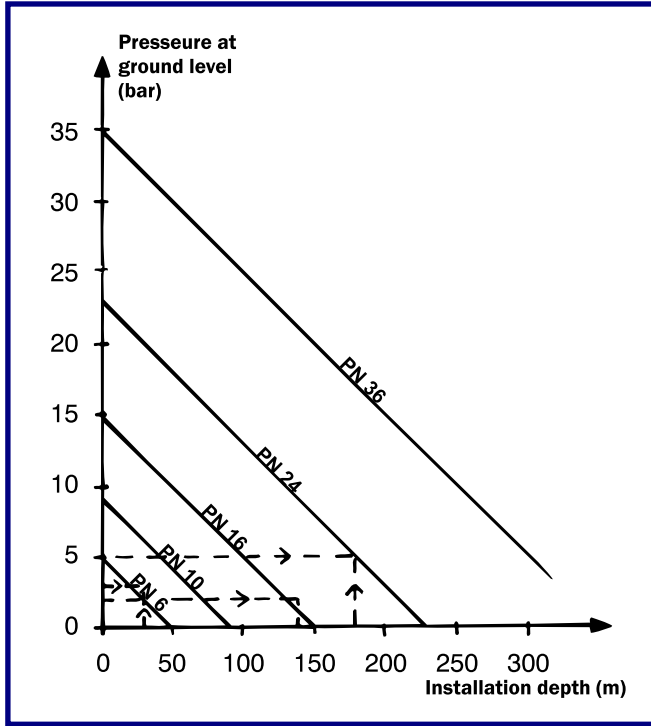
Daima motor çalışmadan önce jeneratör çalıştırılmalı ve daima jeneratör durmadan motor durdurulmalıdır. Eğer jeneratörler motor bağlantısı ile kazanılmış momentin altında hareket ederlerse, Motor eksenel rulmanı zarara uğrayabilir. Aynı durum jeneratörlerin yakıtı bittiğinde çalışmaya devam ettiği durumlar da ortaya çıkar.

Kolon boruları

Kolon boruları

Kolon borularının seçimi birçok farklı faktöre göre değişiklik gösterir.

- Çıkış basıncı ve montaj derinliği
- Yer altı suyunun agresivitesi
- Alternatiflerin maliyeti ve erişilebilirliği
- Bir sonraki kademede tamir ve servis masrafları ile ilgili olarak ilk yatırım maliyetinin önceliği

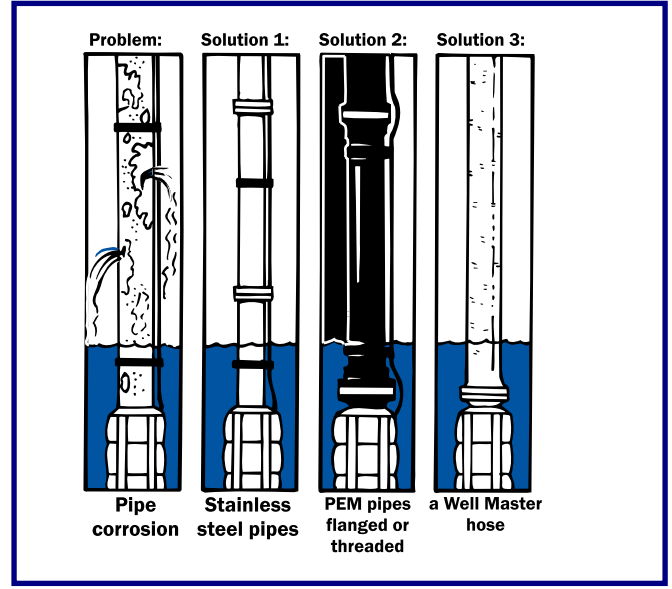


Şekil 41 çeşitli montaj derinliklerinde gerekli boru basıncı sınıfı ve yeraltındaki gerçek basınç

Yer altı suyunun agresivitesi orta seviyelere geldiğinde kaplanmış veya galvanizlenmiş borular tamamiyle kabul edilebilir olacaktır. Kuyunun, pompa ve kolon borusu ve yer altı PVC borunun temizliği ve periyodik bakım ile bağlantılı olarak, pompaya en yakın en az iki boru değiştirilmelidir. Bu statik ve dinamik su seviyesi değişimi üzerinde etkilidir. Hafifçe çürümüş borular su seviyesini yukarı iletir.

Boru korozyonu

Bazı kuyuların içindeki su kalitesi üstü kaplanmış veya galvanizlenmiş metalden oluşan kolon borularının ağır korozyona uğramasına neden olur. Bunun sebebi düşük PH değeri, agresif karbonik asit veya tuzların elektrik iletkenliğidir.



Şekil 42 Boru korozyonu

Çözüm

Bugün bu çeşit problemlerin birçok çözümü vardır. Pompanın kendisi kadar dayanıklı olmasını sağlayacak paslanmaz çelik kolon borusu kullanılabilir.

Eğer kolon borusu paslanmaz çelik seçilirse, birçok korozyon sınıfına uygun çelik çeşidi seçilebilir bunlar standart çelik W.no 1,4401/ AISI 316 veya daha yüksek sınıflı çelikler. Eğer dışı borular kullanılıyorsa, dış toleranslarını doldurma ve yağlama için doğru tip yapıştırıcı kullanımı korozyon dayanıklılığı açısından gereklidir. Eğer flanşlı borular kullanılıyorsa o-ringler için oyuklu flanş kullanmak gereklidir. Paslanmaz flanşlar için düz contalar sadece yer altı su agresivitesinin daha az olduğu durumlarda kullanılabilir.

Paslanmaz çelik kolon borularının ilk yatırım maliyeti her zaman kaplanmış veya galvanizlenmiş borulara oranla en az 2-3 kat daha fazla olacaktır. Bunun yanı sıra eğer doğru paslanmaz çelik kalitesi seçilmişse ömürleri sonsuz olacaktır. Periyodik bakım sırasında sadece bağlantılardaki o-ringler ve zarar görmüş civata ile somunlar değiştirilmesi yeterli olacaktır.

Eğer kaplanmış veya galvanizlenmiş borular aynı kuyu içerisinde kullanılmışsa, bir sonraki periyodik bakımdan önce korozyondan dolayı oluşacak deliklerden kaçınmak için boruların en az %20-30 değiştirilmek zorunda olacaktır. Kuyunun ve pompanın toplam ömrü içerisindeki ilişkisine bakıldığında paslanmaz çelik malzemenin ilk yatırım maliyetinin geri ödenmiş olacağı görülür.

Kolon boruları

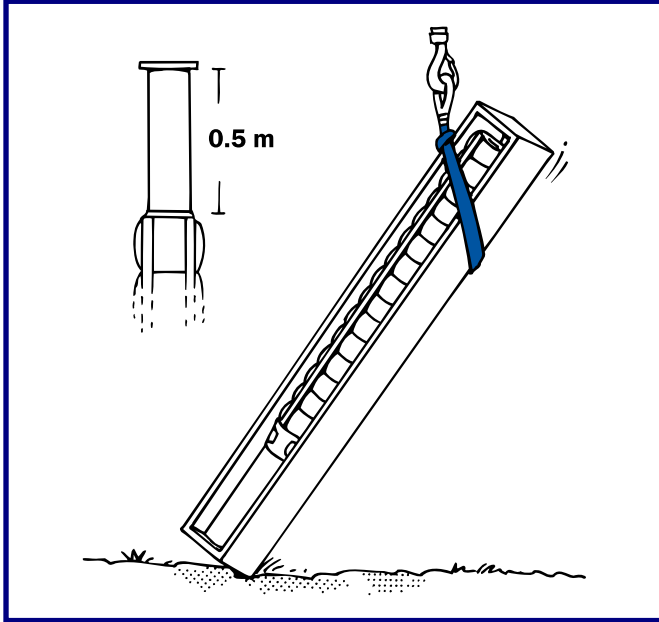
Korozyon direnci ve kontrolü haricinde paslanmaz çelik kolon borusu kullanmanın dört avantajı vardır.

1. Montaj ve demontaj sırasında borular sehpa üzerine yerleştirilebilir böylece yerden gelen bakteri ve mikroplar boruları kirletmeyecektir.
2. Boruların içten temizlenmesi kum püskürtme ile veya temizlemek ile mümkündür böylece borular ilk iç çaplarına ve yüzey pürüzsüzlüklerine yeniden kavuşur.
3. Klor ile dezenfekte edilmeye dayanıklıdır.
4. 50 bar çalışma basıncına kadar boru basınç sınıfına sahiptir.

Boru bağlantıları ve montaj

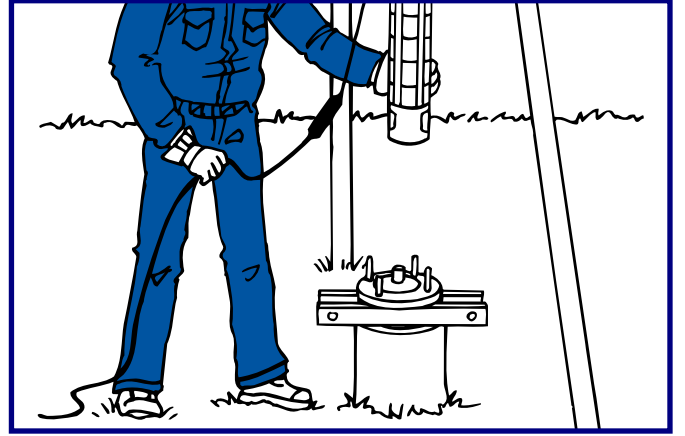
Grundfos çok geniş bir aralıkta pompa çıkış bağlantı çeşitleri sunar. Derinkuyu dalgıç pompalarda RP ve NPT dişli bağlantı çeşitlerinin ikisi de bulunabilir.

Bunun yanında genellikle Grundfos, pompadan üzerine ilk olarak 50 cm bir borunun yerleştirilmesini tavsiye eder. Bu pompa çok uzun olmadığında ve bir sonraki boruya kelepçe ile bağlanmak üzere olduğunda, montajı sırasında iyi bir şekilde taşınmasına olanak sağlar.



Şekil 43 Uzun bir pompa ünitesinin kaldırılması

Uzun pompalara montaj yapıldığı zaman çok özen gösterilmelidir. Bazı pompalar yataydan dikey pozisyona doğru kaldırılırken bir ucundan kaldırılmamalıdır. Emme ara bağlantı parçası kritik noktadır.



Şekil 44 pompanın dikey montajı

Şunlar önerilir:

- pompa ve motor dikey pozisyonda montajlanır veya
- pompa kaldırıldığında destek verilir.

Dişli bağlantıya alternatif olarak, çok çeşitli flanş tipleri teklif edilebilir: Grundfos flanşları, JIS flanşlar ve DIN flanşları.

Grundfos flanşları özellikle kuyu içerisine uygun olması için yapılmıştır. Bu demektir ki, bu flanşlar resmi standartlara uymaz ve onlar Grundfos pompanın basıncına dayanacak şekilde boyutlandırılmıştır.

DIN flanşları yerine Grundfos flanşları kullanmanın birçok avantajı vardır. Sadece ucuz değildir ayrıca boyutları da daha küçüktür. Bu demektir ki büyük bir pompanın çıkış çapı, küçük çaplı bir kuyu içerisine girebilir.

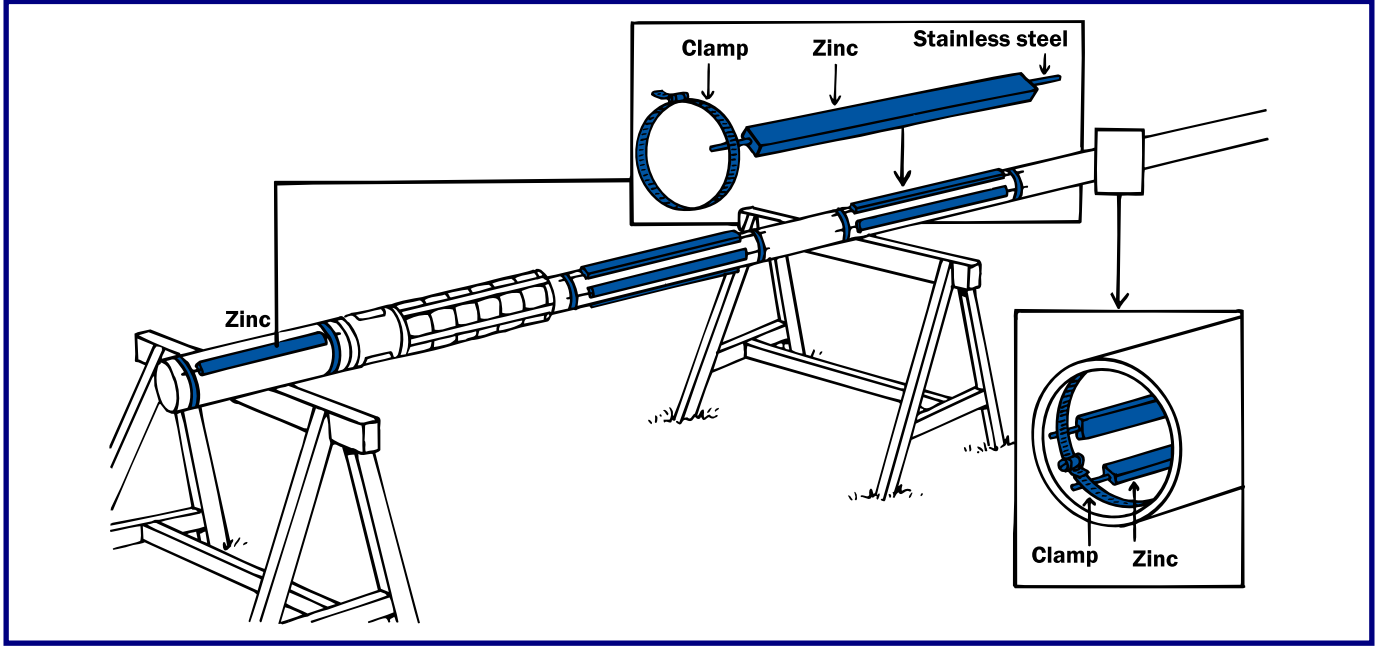
Grundfos flanşları için ilk boru üzerine kaynaklanabilecek karşı flanşlar sağlayabilir.

Tüp kolon borusu

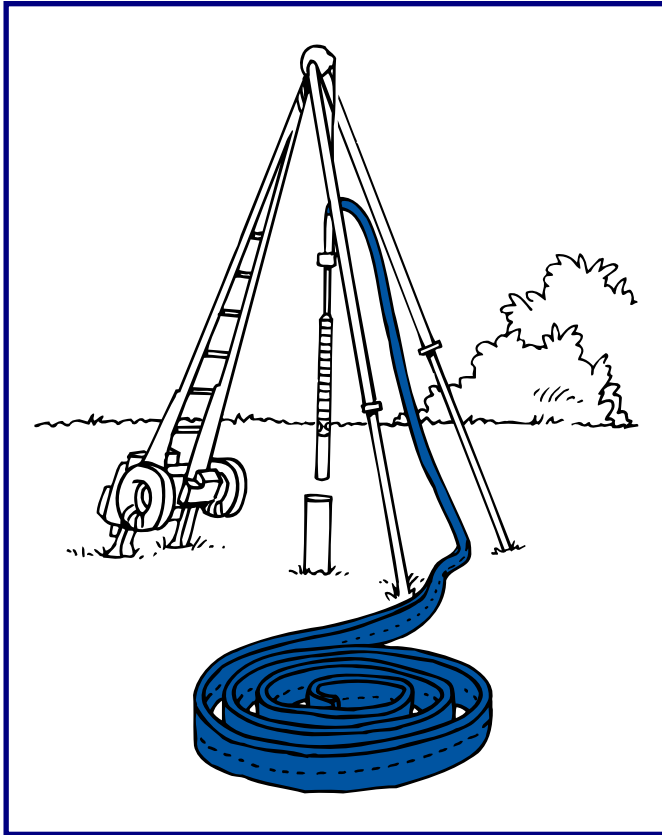
Suyun içerisine serbest kurşun maddesi bırakabilen, pirinç veya bronzdan yapılmış gerekli montaj sıkıştırma kelepçesi kullanılan PEL veya PEM kolon boruları profesyonel su sağlama içinde nadiren yer bulur.

En iyi paslanmaz çeliği bile etkileyebilen suyun agresifliğinin çok olduğu durumlarda pompa ve motoru korumak için değiştirilebilen çinko anotlar kullanılır. Bazı montaj tiplerinde kolon borusunu korozyona karşı korumak çok pahalı olabilir. Bunun yerine tüp kolon boruları kullanılır. Örneğin Well Master veya Foraduc. Gerekli paslanmaz çelik bağlantı fittingsleri her iki tip içinde piyasada bulunabilir. Bunun yanı sıra derinkuyu dalgıç kablosu kolon borusundan %4 daha uzun olmalıdır. İlk yatırım maliyetinin geri ödenmiş olacağı görülür.

Kolon boruları



Şekil 45 Çinko anotların yerleşimi



Şekil 46 Well Master/Foraduc

Well Master veya Foraduc tüpleri kullanıldığında, üzerinde 4 mm lik bir delik açılmış pompa çekvalfi kullanmak veya çekvalfi kaldırmak ile uygun derecede bir iç temizliğin kendi kendine yapılması sağlanabilir. Bu pompa durduğunda tüpün çökmesini sağlayacaktır. Motor çalıştığında, pompa döner ve tüp çok hızlı bir şekilde dolar. Bu duvarlarındaki bazı tortuları temizlemeye yardımcı olur. Well master, Foraduc veya benzer kalite kolon boruları bu iş için ideal çözümler sunar.

Eğer çekvalf üzerinde delik varsa geri dönüş suyu nedeniyle bir miktar enerji kaybı olacaktır.

Asla yangın hortumları, naylon hortumlar veya diğer çabuk yıpranacak malzemeler kullanmayınız. Sonuç olarak, pompanın ve motorun kuyu içine düşmesi nedeniyle sizi yeni bir kuyu açmaya zorlayacak risk daima vardır. Pompanın düşmesini önleyecek bir tel kullanmayı unutmayınız. Well master ve Foraduc'un dezavantajı yerle temasını engellemenin çok zor olmasıdır böylece bakteri ve mikroplar pahalı ve özel ekipmanlar kullanmaksızın giderilemez.

Kolon borularının ve ham su borularının hesabı ve boyutlandırılması bilgisayar programı veya diyagramları ile yapılırken boru yüzey pürüzsüzlüğü 1 mm olarak alınmalıdır.



Periyodik bakım

Pompa, motor, kolon borusu, ham su boruları ve kuyu filtrelerinin periyodik bakım aralıklarının uzunlukları bir çok farklı duruma bağlı olarak değişmektedir:

1. Suyun içerisinde bulunan aşındırıcı zerreçikler parçaların değişimine ya da yatay boruların içindeki kristalize iyonların olduğu yerde su hızının artmasına neden olurlar ve sonunda sürtünme kayıplarının yükselmesine sebebiyet verir.
2. Demir, mangan, kireç ve demir bakterileri boruların içinde, filtre deliklerinde , pompa giriş ağzında, çark ve çark kanatlarında katmanların artmasına neden olabilir.
3. Metale zarar veren maddeler (örneğin; agresif karbonik asitler, tuzlar ya da bakır iyonları) kolon borusu, fittingsler ve borularda aşınmaya ve bunun sonucunda da kuyuda sızıntıya neden olabilmektedirler.
4. Güç kaynağındaki dalgalanma motor sargılarının direnç yalıtımını büyük ölçüde düşürür.
5. Son derece yüksek su sıcaklıkları veya zayıf soğutma koşulları yalıtımın bozulmasına ve kauçuk parçalarının yıpranmasına neden olurlar.
6. Kuru çalışma sıklığı, kavitasyon veya aksel itme. Bu durumlar bağlantı yerlerinde boru kırılmalarına ve büyük yangın sistemlerinde boruların içerisinde basınç düşmesine yol açacaktır.

Enerji sayaçlarından, su sayaçlarından ve basınç göstergelerinden (manometre) gelen bilgilerden oluşan periyodik kayıtlar, ne kadar sıklıkta parça değişmesi gerektiğini veya aşınan parçaların pompanın verimini ne kadar azalttığına dair iyi bir göstergedir, sonucunda pompalanan suyun metre küp başına harcadığı elektrik enerjisinin veya güç tüketiminin arttığı görülür.

Kuyunun içindeki su seviyesi göstergesinin ve su sayacının periyodik kullanımıyla, artan su çekilmesinin ve sonuç olarak kuyu filtrelerindeki tortuların derecesinin arttığı görülür.

Güç tüketiminin periyodik karşılaştırılması ve pompalanmış su miktarı pompa sistemindeki sızıntının göstergesini vermektedir. Elektrik kablosunun periyodik izolasyon direnci ölçümü ile yetersiz soğutma veya güç kaynağındaki dalgalanmanın neden olduğu zararları ortaya çıkarmaktadır.

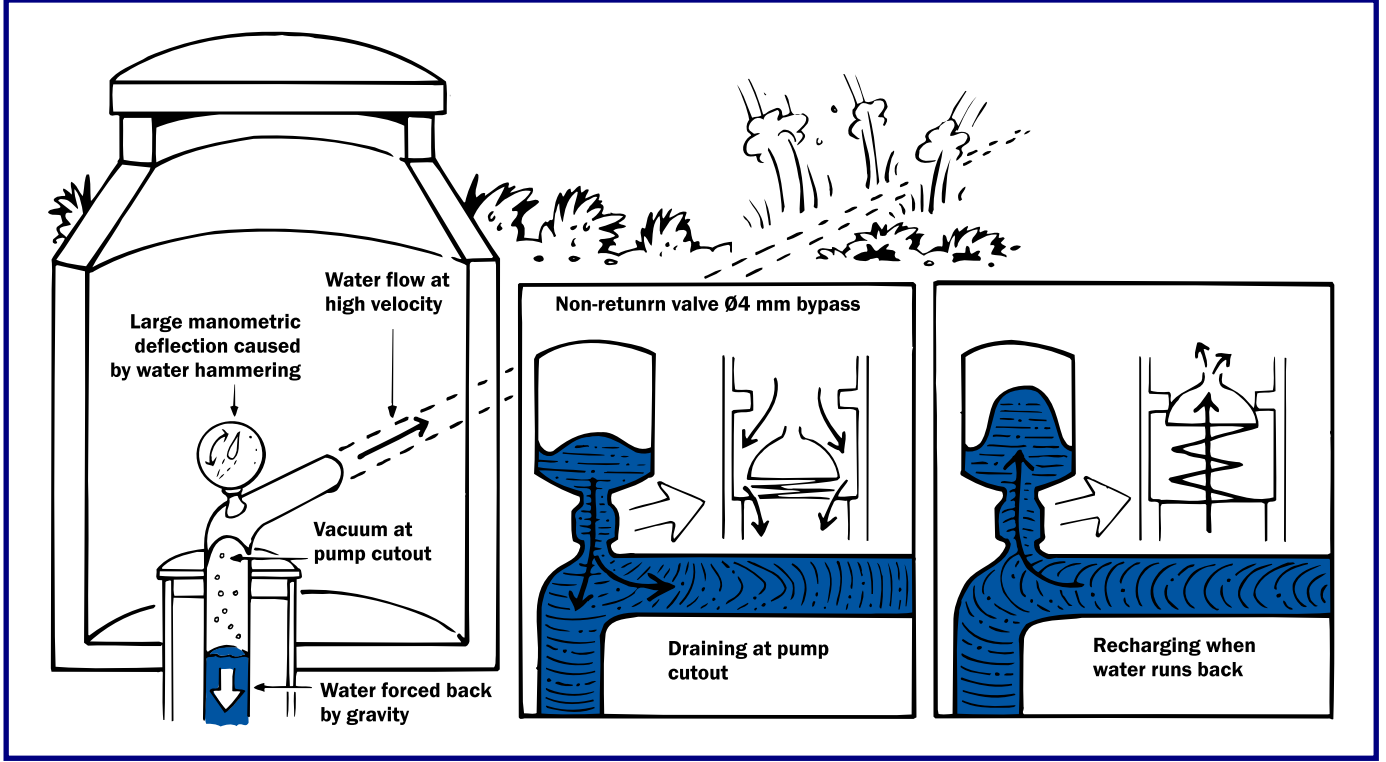
Ham su kuyularındaki derinkuyu dalgıç pompalar için ortalama periyodik bakım aralıkları yaklaşık olarak 7-8 yıl veya ilk çalıştırmadan itibaren 20.000-25.000 saattir. 1-6 maddeler arasındaki problemlerden doğan durumlarda pompayı sık sık periyodik bakıma göndermek enerji korunumunu arttıracaktır.

Eğer pompa bir CU 3 ünitesi kullanılırsa, enerji tüketimini ve çalışma saati bilgilerini elde etmek mümkün olacaktır. Bu yapılan işlemin R100 uzaktan kumanda cihazı üzerinden yapılmaktadır. Eğer CU3 ünitesine sürekli sinyal veren bir su sayacı (debimetre) yerleştirilirse, her bir metre küp başına enerji tüketimi (kWh/m³) de okunabilecektir. Bu değer üretim verimine ve periyodik bakım zamanına karar verilirken kullanılan en önemli rakamsal değerdir.



Su Koçu (Su darbesi)

Su Koçu (Su darbesi)



Şekil 47 :Su Koçunu ortadan kaldırmak

Ham su ve su dağıtım boru sistemleri, pompanın ani duruş ve kalkışlarında içeriye doğru hareket eden tonlarca suyu bünyesinde barındırır. Sonucunda oluşan basınç değışkenleri bahsedilen sistemdeki borunun kabul edilebilir nominal basınç değeri arasında olacaktır.

Dikey bir kolon borusu ile birlikte uzun boru sistemlerindeki pompalar için basınç değeri uygun şekilde azaltmak aşığıdaki izleyerek daima mümkündür:

1. Pompa kapasitesi 50 m³/h'e kadar olduğunda gerçekleşen çalışma basıncının 0,7 ile çarpılarak elde edilen basınç değeri önyükleme basıncı olarak kullanılır. 50 m³/h kapasite üzerindeki için ise 100 l'lik veya 2 adet 50 l'lik bir diyafram tanka gerçekleşen çalışma basıncının 0,7 ile çarpılarak elde edilen basınç değeri önyükleme basıncı olarak belirlenip ayarlanır.
2. Frekans kontrollü çalıştırılan pompanın 25 Hz'den 50 Hz'e çıkış süresi minimum 30 saniye olmalıdır.
3. Gerçekleşen çalışma basıncının 0,7 katına önyüklenmiş 50 l'lik bir diyafram tank ile buna ek olarak 3 saniye eklenerek ivmelendirilmiş soft starter (yumuşak kalkış ünitesi) ile çalışma - soft starter (yumuşak kalkış ünitesi) tek başına su Koçunu önlemez.

4. Zaman kontrollü motorlu bir kelebek vana yaklaşık 60 saniyede açılabilir. Kelebek vana pompalama başladığında yavaşça açılmaya başlar. Pompanın durmasından 60 saniye önce kapanmaya harekete geçirilmelidir. Bu enerji tüketimi düşünüldüğünde iyi bir çözüm olmayacaktır.

Belirtilen diyafram tank boyutu sadece basınç dalgalanmalarını sönmölemek içindir pompa kontrolü için geçerli değildir. Su derinlikleri 8-9 m den büyük olan kuyularda, pompadaki basınç değeri değışkenliği, pompa durması ile ilk 10 m.'lik yatay boruda ve kuyu sızdırmazlık elemanlarında vakuma yol açacaktır. Bunun sonucunda, etraftaki katmandan kirlenmiş su emilmiş olabilir. Bu problem diyafram tanklarla çözümler.

Su Koçu (Su darbesi)

Su Koçunun boru içinde yarattığı vakum

Kuyudan çıkan yatay çıkış borusu uzun olduğu zaman, pompa durdurulduğunda su koçu etkisi artabilir.

Pompa durdurulduğunda, kolon borusundaki su akışı yer çekimi nedeniyle hızla duracaktır. Bununla birlikte yatay çıkış borusu içindeki su akışı, borudaki sürtünme kaybı nedeniyle yavaş yavaş duracaktır. Bu kolon borusunda, su sütununun yıkılmasına neden olan vakum oluşturur ve su buhara dönüşür.

Yatay borudaki su akışı hızını kaybettiğinde, kolon borusunda oluşan vakum nedeniyle su kuyuya geri döner.

Kolon borusu içindeki su ile geri dönen su hacmi çarpıştığında su koçu artacaktır. Bu çok şiddetli olabileceğinden kurulum zarar görür. Ayrıca, çok berbat ve güçlü bir sese neden olur.

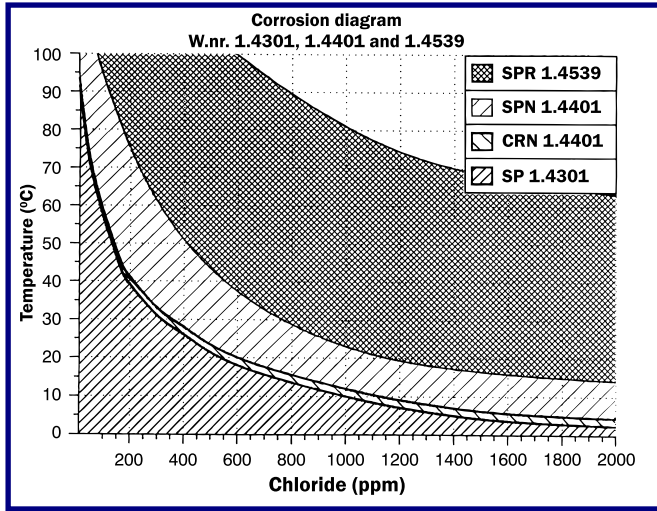
Agresif Su

Eğer kuyu agresif su içerirse, motor, pompa, kolon borusu ,vanalar için kullanılan paslanmaz çelik, sudaki agresif maddelere karşı dayanıklı kalitede olması gerekmektedir.

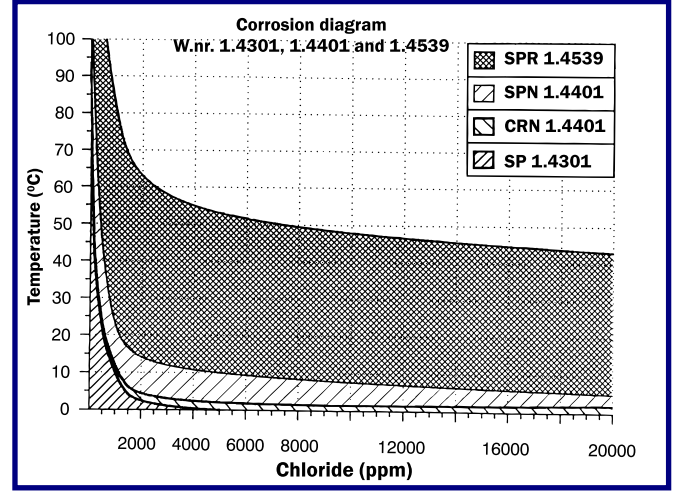
Grundfos SP pompaları 3 farklı korozyon sınıfı için uygundur. İçme suyu için olan standart ürünler paslanmaz çelikten W.nr. 1.4301, AISI 304 yapılıdır.

N-tip paslanmaz çelikten yapılan parçalar N damgalıdır örnek; çarklar ve difüzörler. Bunlar orta derecede tuz içeriği olan ve hafif tuzlu sular (Brackish Water) olarak adlandırılan sulara karşı daha dayanıklıdır.. Bu paslanmaz çeliğin kalitesi W.nr. 1.4401,AISI 316 dir. R tipi paslanmaz çelikten yapılan parçalar R damgalıdır. Onlar ekvator deniz sularına bile dayanıklıdır. Bu paslanmaz çeliğin kalitesi Wnr. 1.4539,AISI 904 L dir.

Bu ürünler tamamıyla pompa ve motor etiketlerine damgalandıkları harflerin özelliklerini taşırlar.



Şek.48 İçme Suyu Kalitesi



Şek 49 Hafif tuzlu su (Brackish water) ve deniz suyu kalitesi

Korozyon, çözümünde uzman bilgisi gerektiren uluslar arası bir problemdir. İki önceki diyagramda verilen pH değerinin doğala yakın olduğu varsayılır örn: pH = 7-8.

Su sıcaklığı yerinde ölçülmek zorundadır, ppm olarak chloride içeriği analizler ile bulunur. Diyagramlar sadece rehber olarak tasarlanır, detaylı analizler sunulması gerektiğinde göstergeler olmaktadır.

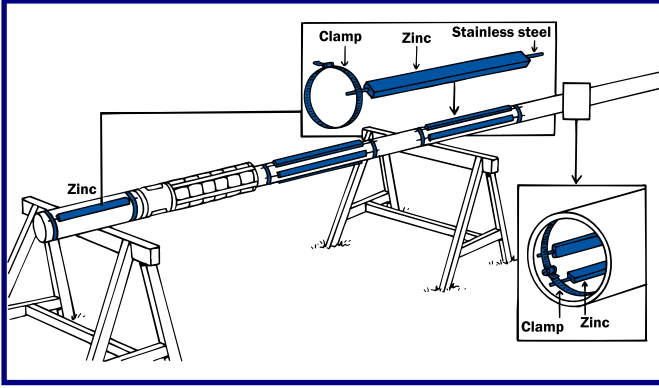
Örnek : Diyagramın Kullanılış Biçimi

Zemin suyu sıcaklığı 10 °C olduğunda, standart paslanmaz çeliği ,W.nr.1.4301, suyun chloride içeriği eğer 1.000 ppm den küçükse kullanılabilir.

N tip çelik, W.nr. 1.4401, suyun chloride içeriği olarak 5.000 ppm den yüksekse kullanılabilir.

Deniz suyu sıcaklığı 40 °c olduğunda ve suyun chloride içeriği 20.000 ppm den yüksek olduğunda R tip çelik kullanılabilir.

Yeraltı suyu sıcaklıkları 10 °C den yüksek ve chloride içeriği 1.000 ppm olduğunda, tam anlamıyla bir su analizi mutlaka yapılmalıdır. Diğer mevcuttaki tuzlara dayanabilir kalitede çeliğin yapılabiliği Grundfos'a danışılmalıdır. Diyagramlar en azından günün birkaç saati içinde çalışan pompalar için geçerlidir.



Şekil.50 Motor,pompa ve kolon borusu için Katodik koruma

Pompa ve Borulardaki Korozyon

Jeotermal ve maden kuyuları gibi çok sıcak ve agresif su barındıran kuyularda, pompa ve kolon borusu hattında korozyon yükselebilir. Bu durum ayrıca rihtim ve benzeri yerlerdeki gün içerisinde çok kullanılmayan pompalarda da görülür.

Sonuç

Bu çeşit kuyularda, pompanın ve kolon borusunun katodik korumalı olması gerekir. Bu pompanın, motorun ve su seviyesinin altında kalan kolon borusunun üzerine çinko anotlar yerleştirmek sureti ile yapılabilir. Çinko korunacak çeliğin üzerine elektrik bağlantısı kurabilecek şekilde yerleştirilmelidir. Gerekli olan çinko miktarı pompa sıvısının agresifliğine bağlıdır. Motor, pompa ve kolon borusunun net ağırlığının %20 sini oluşturan çinko miktarı uzun süreli korumalarda yeterli olacaktır.

Grundfos bu tarz çelik anotları tedarik edebilmektedir.

Kavitasyon

Kavitasyon

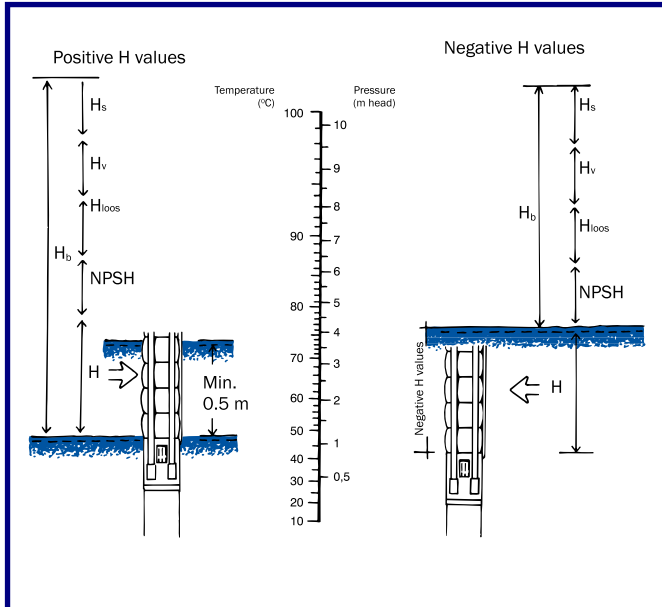
Kavitasyon normalde derinkuyu dalgıç pompalar konusunun içinde yer almaz. Eğer, bununla beraber, aşağıdaki gibi birbirini takip eden iki faktör aynı zamanda ortaya çıkarsa, düşük montaj derinliğinde; pompa ve motorun her ikisinde de kavitsiyonal zarar oluşabilir.

1. Hava kabarcıklarının içeriye hucüm etmesi
 2. Boru kırıkları, şiddetli korozyon ve aşırı tüketim gibi sebeplerin yol açtığı karşı basıncının azalması
- Kavitasyonu engellemek için gereken montaj derinliğinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır;

$$H = H_b - NPSH - H_{loss} - H_v - H_s$$

H_b	=	Atmosfer basıncı
ENPY	=	Emmedeki Net Pozitif Yük
H_{loss}	=	Emme borusundaki kayıplar
H_v	=	Buharlaşma basıncı
H_s	=	Emniyet katsayısı

Formül hesaplandığında pozitif H değeri bulunursa, pompa emmeyi başarabilir anlamına gelir. Bu durumda , minimum montaj derinliğinin standart göstergesi geçerlidir.



Şekil 51 Montaj Derinliği

Örnek

78 m³/h debide SP 60 pompa

H_b	10.0 m
ENPY değeri	4.2 m
H_{loss}	0.0 m
H_v 32° C'de	0.5 m
H_s	1.0 m

$$H = 10 - 4.2 - 0 - 0.5 - 1.0 = 4.3 \text{ m}$$

H pozitif ve 0,43 bar olarak, pompa zarara uğramadan 0.43 barlık vakum yaratabilir anlamına gelir. Bu demektir ki alınmış özel önlemler yoktur..Kolon borusunun 20 mm delikle korozyona uğraması sonucunda, karşı basıncı olmayacak ve pompa debisi 90 m³/h den fazla artacaktır.

H_b 10.0 m değişmeyecektir.

NPSH 8.0 m ye kadar artacaktır.

H_{loss} 0.0 m

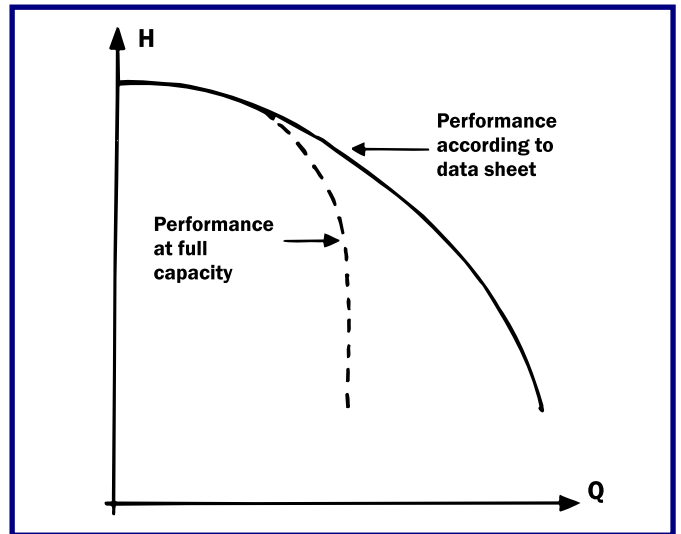
H_v kuyunun içindeki yeniden dolaşım nedeniyle 4.6 m ye artacaktır.

H_s 1.0 m değişmeyecektir.

Böylece;

$$H = 10 - 8 - 0 - 4.6 - 1.0 = -3.6 \text{ m}$$

Bu demektir ki pompanın giriş ağızı dinamik su seviyesinden en az 3,6 m aşağıda olmalıdır aksi taktirde pompa kavitsiyona uğrayacaktır anlamına gelir. Eğer pompa kavitsiyona uğrarsa, tam performansını gösteremez, aşağıdaki grafiği inceleyin.



Şekil 52 Kavitsiyondaki performans düşüklüğü

Kavitasyon

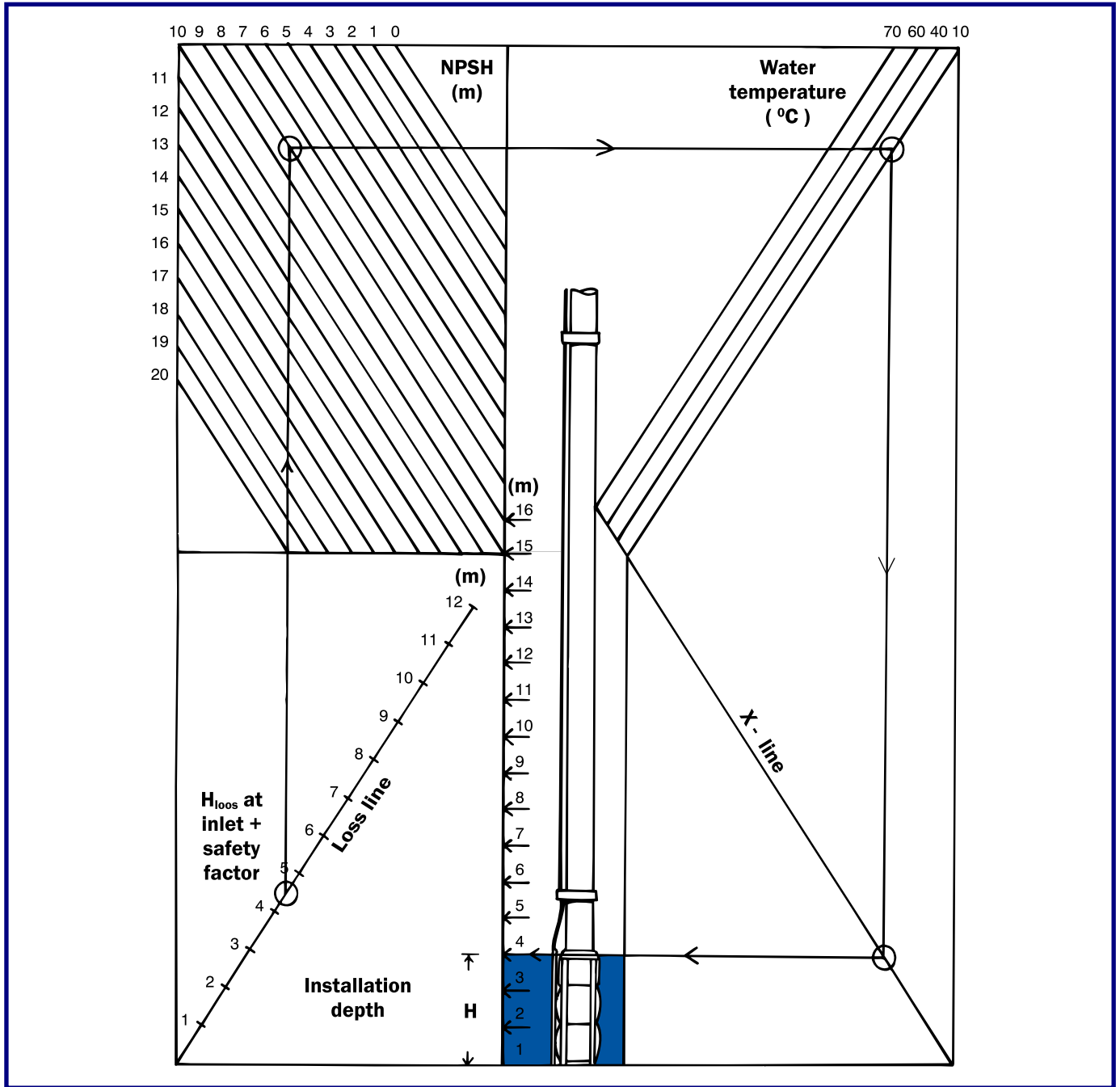
Diyagram

Doğru Montaj Derinliğinin Basit Tarifi

Pompanın performans eğrisinden, gerçekleşen NPSH bulunur. H kaybı + emniyet katsayısı eğimli çizginin başlangıç noktasını oluşturur.

Örnek

Emniyet katsayısı + $H_{\text{kayıbı}} = 4.5 \text{ m}$ kayıp çizgisinin üstünde bulunur. Dikey olarak 8 m NPSH eğrisinin üstüne gidilir. Buradan yatay olarak sağa doğru verilen su sıcaklığına gidilir, 10 °C dir. Sonra dikey olarak aşağıya X çizgisine gidilir ve buradan yatay olarak sola gidilir. Burada gereken montaj derinliği dinamik su seviyesinin altında bulunur bu örnekte 4 m bulunmuştur.



Şekil. 53 Minimum Montaj Derinliğinin Hızlı Hesaplanmasında Kullanılan Diyagram

Eksenel itme

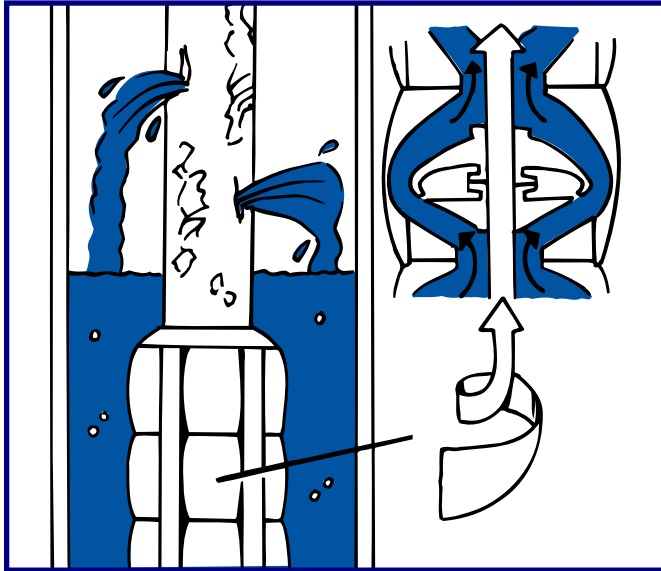
Eksenel itme

Eksenel itme, derinkuyu dalgıç pompalarla düşünülduğünde normalde ortaya çıkmaz. Ancak , çeşitli istenmeyen hidrolik montajlar eksenel itme zarara neden olabilir.

Eğer pompa maksimum verimde nominal debiyi elde etmek için gerekenden daha fazla çarka sahipse, debi oldukça yüksek olacaktır. Sonuçta, çarklar ilerlemeye başlayabilir,örnek olarak pompa mili üstünde yükselme olur.Bu ilerleyen bölge içinde çarklar ve çark somunları, eğer eksenel itme durdurma halkası monte edilmemişse difüzörün kanatları üzerinde veya rulmanın karşısındaki ayrılabılır somunlar üzerinde veya çarklar üzerinde baskı olduğunda, motor miline iletilecek olan vibrasyonu yaratabilir.

Eksenel itme durdurma halkası sürekli bir itme için dizayn edilmemiştir. Yani aşağıdakileri kullanarak pompanın performansı uygun çalışma noktasına getirilmiş olmalıdır.

- Çark/Difüzör sayısının azalması
- Çıkış borusu üzerindeki vananın kısılması
- Akış düşürücü veya orifis kullanmak
- Bir frekans kontrolü ile hızın azaltılması



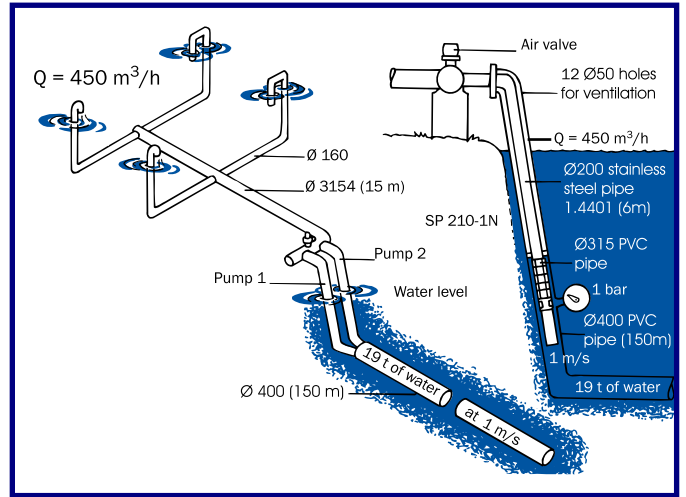
Şekil. 54 Eksenel itme

Boru yıpranması veya kolon borusunun korozyona uğraması durumunda karşı basınç yoksa eksenel itme artabilir. Pompa debisi sonuç olarak çok yükselir ve çıkış basıncı azalır. Bu çarkların ilerlemesi sonucunu doğurabilir. Bu problem sızıntıyı durdurmakla çözülebilir.

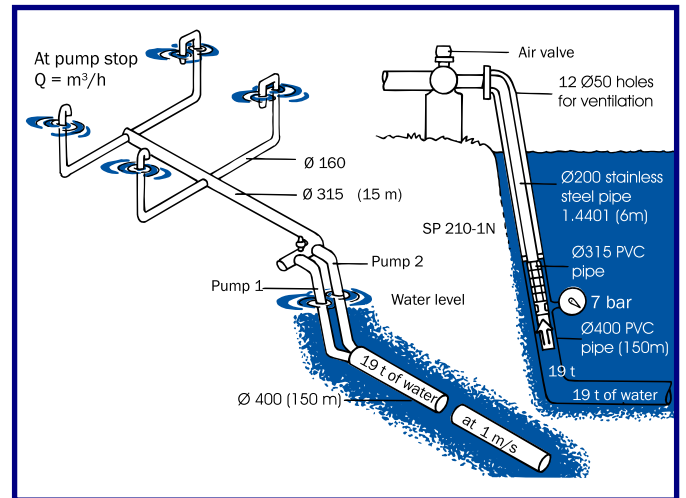
Dur/Kalk sırasında oluşan eksenel itme

Hidrofor amaçlı kullanılan dur/kalk sistemi çalışan bir pompa boru sistemi içerisinde tonlarca suyu hareket ettirebilir. Birkaç ton su boru sisteminin içine kayabilir. Bu montajların aşağıdaki gibi bir çok örneği vardır; yangın söndürme amaçlı nehirlerden, göllerden ve denizden su pompalanması, reverse osmos sistemler, balık çiftlikleri, enerji üretim tesisleri için soğutma suyu sağlama ve su arıtma sistemleri için yüzey suyu sağlama gibi. Aşağıdaki örnek balık çiftçiliği için altyapı planını göstermektedir.

Pompaların her ikisinde çalışırken, 19 ton su 1 m/s den fazla bir hız ile hareket edecektir. Pompalardan biri veya ikisi birden durduğunda, 19 tondan gelen güç duran pompaya, çarklara ve geri dönüşteki en yüksek pozisyondaki mil üzerine uygulanır.

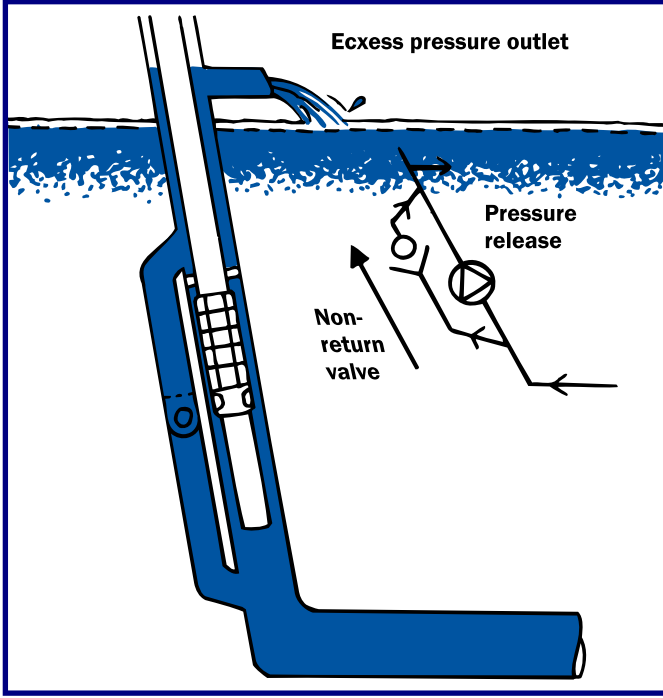


Şekil. 55 Her iki pompa çalışırken



Şekil. 56 Pompa durduğunda basınç artar

Eksenel itme



Şekil. 57 Bypass montajı

Bu çeşit eksenel itmelerin çözümü neredeyse her zaman pompa çıkış borusu ile aynı boyutta bir çekvalfin içine bypass yerleştirmek ile çözümlür. Bu çözümde, su bypass yardımıyla pompadan geçmeden hareket edebilir.

Pompa durduğunda basınç kaybı olan diğer tip sistemlerde daha az eksenel itme meydana gelir.

1. Tipik bir durumda, sulama makinası çalışmaya başladığında özellikle ilk çalıştırmada eksenel itmenin meydana geldiği durumdur.

Bu tip bazı montajlarda, birkaç kilometrelik borular ve hortumlar basınç sistem içinde ve pompada oluşmadan önce suyla doldurulmalıdır.

Grundfos pompaları için bu durumu dikkate almıştır ve pompaları eksenel itmeyi önleyecek çeşitli formlarda, eksenel itme durdurma halkası veya çarkları ile donatılmıştır. Bu; birkaç dakikalık eksenel itme operasyonu Grundfos pompalarına ve sistemlerine zarar vermez anlamına gelir.

2. Don zararından kaçınmak için yangın hidrofor sisteminin suyunu boşaltmanın sonucunda pompa karşı basıncı olmadan çalışacaktır, bu eksenel itmeye yol açacaktır.
3. Delinmiş veya yerinden çıkarılmış çekvalfe sahip pompalar, kuyu içerisindeki kolon borusunda pompa çalıştığı zaman eksenel itmeye yol açacaktır.

Kumlu Su

Kuyu suyu milden daha küçük partiküller içerebilir. Bu katı cisimler filtre sistemi tarafından tutulur ve geri yıkama esnasında ortadan kaldırılır.

Kumlu su tam anlamıyla temizlenmemiş veya eğer varsa zayıf filtre sistemi olan kuyularda ortaya çıkar. Bu durumu geliştirmek için, kuyu tam anlamıyla temizlenmelidir ki dinamik su seviyesi çekilmesi en az 2-3 saat de filtre seviyesine ulaşsın. Temizleme prosesisin sonlarına doğru, pompalanmış su içinde kum kalmayana kadar pompa performansı zamanla düşürülür. Düşük kum içeriği ile Dur/kalk şeklinde çalışma, kuyu sürekli çalışma sırasındaki kumdan arınmış debinin maksimum %50'sinden daha az bir kazanç sağlayacaktır. Kuyu suyu içindeki kumun içeriği, pompalayla akifer içindeki partiküllerin çok güçlü hareketi sonucunda artabilir.

Eğer kuyu aniden kum biriktirmeye başlarsa, kuyu filtresinde ve civata bağlantılarında korozyon yada kırılmaya sebep olur. Ayrıca, çakıl sürüleri geçtiğinde hareket edecek filtre sistemi çevresindeki yapının ayarlanması gerekebilir. Eğer kum içeriği temizleme ile durdurulamıyorsa, takip eden işlemler göz önünde bulundurulmalıdır.

- Kuyu içine teleskopik bir filtre yerleştirilir.
- Bir separatör içinde kumun çökmesini sağlanır.
- İyi bir filtre ile yeni bir kuyu açılır.

1975 öncesinde, Amerikan NGWA (Uluslararası yeraltı su örgütü) kuyu suyu için aşağıdaki limitleri tavsiye eder.

1. 1 mg/l su Yiyecek ve içecek prosesi için kullanılmaktadır.
2. 5 mg/l su müstakil evlerde, enstitülerde ve sanayide kullanılmalıdır.
3. 10 mg/l su püskürtücü sulama, endüstriyel evoperatif soğutma ve diğer uygulamalar orta içerikli katı partiküllerin özellikle zararlı olmadığı yerlerde kullanılır.
4. 15 mg/l su büyük miktarlarda sulama içindir.
5. Eğer kum konsantrasyonu 15 mg/l yi geçerse, parçaların çoğu kuyudan taşınır ki akifer ve üzerindeki strata yıkılabilir ve böylece kuyunun yaşam ömrü kısılır.

Grundfos, 50 mg/l ye kadar kum içeriğine müsaade eder. Bu da yaklaşık olarak NGWA (Uluslararası yeraltı su örgütü) tarafından önerilmiş olan değerın üç katıdır.

50 mg/l kum içeriği ile, pompa verimi 25,000-35,000 çalışma saatine kadar kabul edilebilir düzeyde kalır, yaklaşık olarak günde 8 saatten 4 yıllık bir çalışma süresine eşittir.

Sonuç olarak, Grundfos derinkuyu pompaları ile, pompalanmış su içindeki kum içeriğinin 50 mg/l den yüksek olması durumunda kumun pompaya verdiği zarar garantisi altında değildir. Bunun anlamı, pompa temizlenmeli ve kumsuz çalışma için doğru performansın bulunması gereklidir.

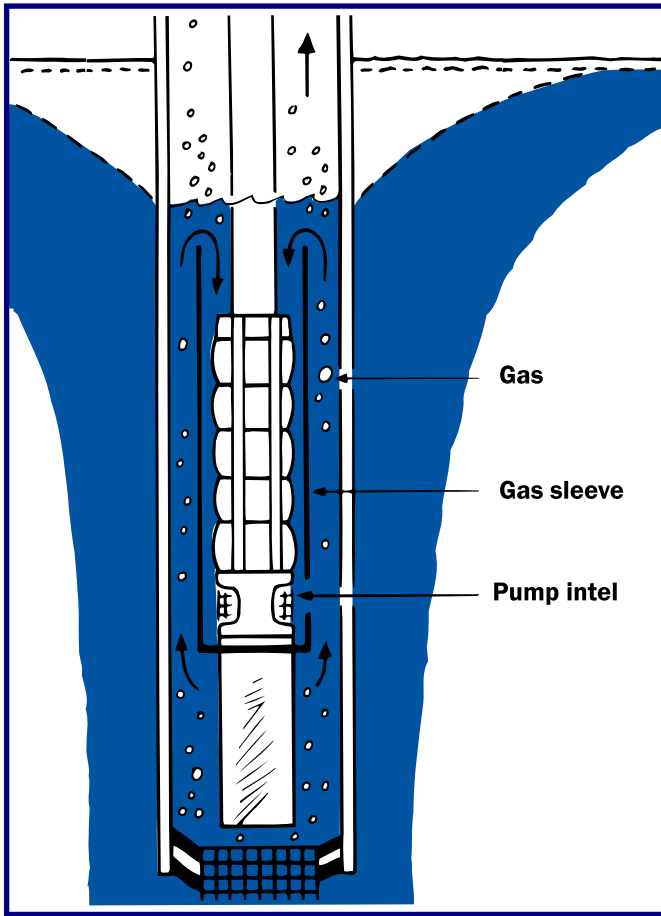
Eğer kum içeriği müstakil evler, enstitüler ve endüstrilerde NGWA(Uluslararası yeraltı su örgütü) tarafından belirlenen 5 mg/l in üstündeyse, bunun sonucu olarak boruların, fittingslerin ve vanaların aşınması nedeniyle ekstra bakım masrafına yol açacaktır. Buna ek olarak, filtre sistemi filtrenin tıkanması nedeniyle sık sık geri yıkama yapılmalıdır.



Gazlı sular

Gaz tahliye etme sistemi

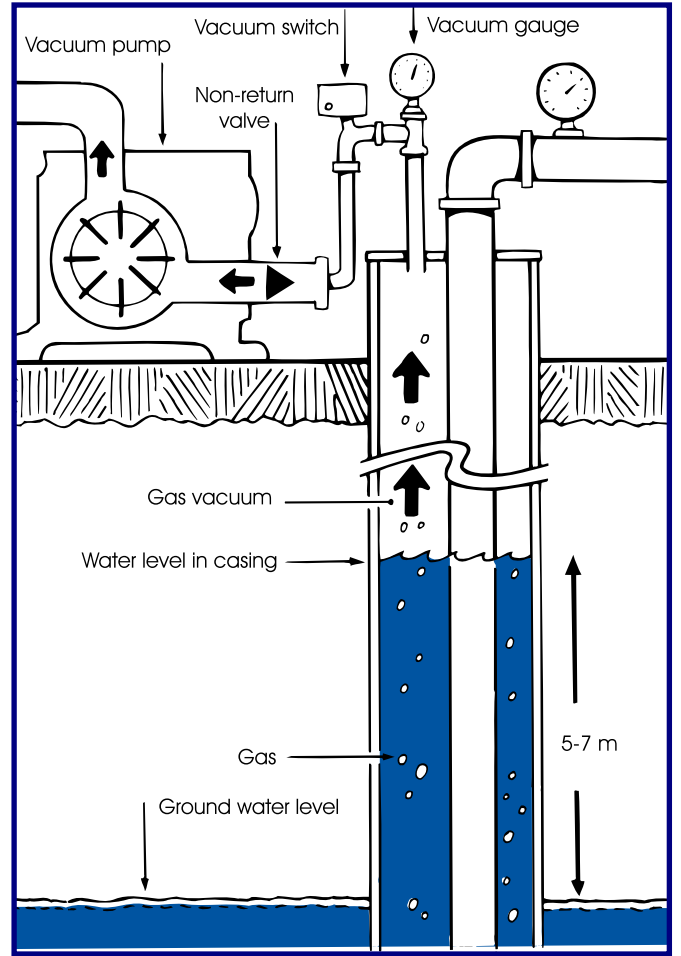
Bazı kuyular suyun içinde asılı duran çok fazla gaz içerirler ki bunlar kötü koku veya tat oluştururlar. Farklı durumlarda, bu gaz süspansiyonu buhar şeklinde olup pompayı kilitleyebilir. Bu genellikle sadece pompanın aşağıdaki giriş kısmı etrafına bir akış gömleğinin yerleştirilmesiyle çözülebilir. Gömlek mümkün olduğunca yukarı doğru uzanmalıdır.



Şekil 58. Gaz tahliye etme sistemi

Vakumlu kuyular

Eğer, gömleğin etkisi su kalitesini karşılamaya yetersiz gelip kuyu suyu çok fazla süspansiyon gaz içerirse, kuyu gövdesinde vakum oluşturulmalıdır. Bu da bir vakum pompasının hava geçirmez bir şekilde sızdırmazlığı sağlanan, havalandırma borusuna bağlanmasıyla oluşturulur. Bunu yapmadan önce, kuyu gövdesinin yeterli ölçüde vakuma dayanıklı olup olmadığı ve gerekli NPSH kontrol edilmelidir.



Şekil 59 Vakumlu kuyular



Yüksek kalkış Frekansı

MS 4000 ve MS 6000 motorlar saatte 30 kalkış sayısına kadar ve günde 300 kalkış sayısına dayanıklı olarak imal edilirler.

- Su sıcaklığı 40 °C dir.
- Soğutma akışı minimum 0.15 m/s de
- Motor etiketinden okunan voltaj ve güç değerleri bütün fazlar üzerinde gözlenmelidir.

Eğer soğutma suyu sıcaklığı 40 °C den düşükse veya motor tam yüklüyse ,daha çok kalkış sayısı kabul edilebilir. MS 4000 için 10 °C de saatte 100 kalkışa kadar ve MS 6000 için 30 kalkışa kadar kabul edilebilir, fakat gün içinde 300 kalkış sayısı ile sınırlandırılma devam eder.

Bu tür hızlı dur kalk dönüşlerinde, ilave maliyetler doğmaktadır.

1. Büyük miktarlardaki suyun sık ivmelenmesindeki basınç değişikliği ve kalkıştaki güç tüketimi sırasında çalışma ekonomisi düşecektir.
2. Çok sayıda duruş/kalkış nedeniyle kontaklarda aşırı ısı meydana gelecektir ve kontak yüzeylerinde iletkenliği azaltıcı metal oksitler oluşacaktır. Bu demektir ki kontaklar yüksek voltaj veya akım dengesizliği nedeniyle motorun yanmasını önlemek için düzenli olarak değiştirilmek zorundadır
3. Kuyu verimini azaltan çakıl grupları veya kuyu filtresi içindeki tortulardan dolayı oksitlenmiş kuyu, çok miktarda su çekilmesi nedeniyle kuyu periyodik bakım aralıkları kısaltır.

Tüketim modeli içerisindeki değişkenleri eşitlemek için daha büyük kapasiteli diyafram tank veya bir frekans konvertör kullanarak çabuk devirdaim sağlanabilir.

Eğer tedarik sisteminin çalışması için çabuk devirdaim gerekli ise motoru korumak için bir CU 3 ünitesi kullanılmalıdır.

Motor ve kontaklar arasındaki kabloların içinde yüksek voltaj ve akım dengesizliğini CU3 ünitesi ölçer. Kontak arızasına karşı CU 3 ünitesi ile koruma sağlanmış olur. Çabuk devirdaim için daima endüstriyel motor kullanılmalıdır.



